630.82
N84v
no. 42

Н. К. З.

НОСОВСКАЯ СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕН. ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ
ИМЕНИ ПЯТИЛЕТИЯ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ.

Отдел Агрохимический.

Выпуск 42

Проф. К. К. ГЕДРОЙЦ.

ПОЧВА

КАК КУЛЬТУРНАЯ СРЕДА для СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ.

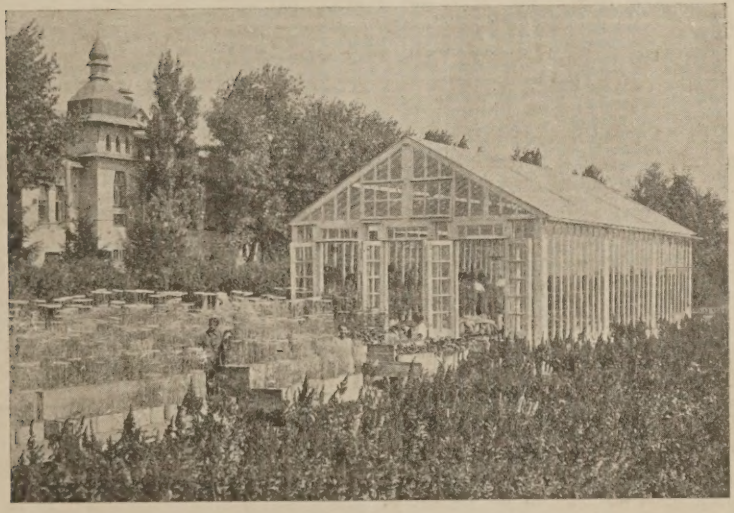
ПОЧВЕННЫЕ КОЛЛОИДЫ и СОЛОНЦЕВАТОСТЬ ПОЧВ.

По данным Агрохимического отдела
Носовской С.-Х. Опытной Станции.

THE LIBRARY OF TH.
AUG 7 1926
UNIVERSITY OF ILLINOIS

ПОПУЛЯРНЫЙ ОЧЕРК.

С двумя картами и 8 рисунками.



КИЕВ—1926.

Издания Опытной Станции.

I. По опытному полю.

Вып. 1. Рекогносцировочно-уравнительный посев в 1912, 1913 и 1914 г.г. Е. К Алексеев. Издания разошлись.

Вып. 2. Проект программы опытного поля. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 3. Способы посева проса и сорта проса. Результаты опытов за 1912, 1913, 1914 и 1915 г.г. Е. К. Алексеев. Издание разошлось.

Вып. 4. Краткое сообщение о результатах полевых опытов за 1912, 1913, 1914 и 1915 г.г. С. П. Кулжинский и Е. А. Алексеев. Издание разошлось.

Вып. 5. Кукуруза в поле по данным опытов за 1914, 1915, 1916 и 1917 г.г. С. П Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 6. Кормовая морковь по данным 1914, 1915, 1916 и 1917 г.г. С. П. Кулжинский. 3-е издание разошлось.

Вып. 7. Клевер в толоке по данным 1914, 1915, 1916 и 1917 г.г. С. П. Кулжинский 2-е издание разошлось.

Вып. 8. Клевер и искусственные удобрения по данным за 1914, 1915, 1916 и 1917 г.г. С. П Кулжинский. 2-е издание разошлось.

Вып. 9. Как можно повысить у нас урожай овса по данным за 1914, 1915, 1917 г.г. С. П. Кулжинский. 2-е издание разошлось.

Вып. 10. Проект дополнительной программы опытного поля. С. П. Кулжинский.

Вып. 12. Посевы яровой вики—на сено и на зерно. Результаты опытов за 1912 С. П. Кульжинский. Издание разошлось.

Вып. 13. Как можно без навоза получать высокие урожаи ярового. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 14. Как после ячменя, убранного на зерно, получить в то же лето хороший урожай травы, сена. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 15. Как с выгодой засевать толоку. С. П. Кулжинский Издан. разошлось.

Вып. 16. Эспарцет. П. Д. Рогоза. Издание разошлось.

Вып. 17. Некоторые отличительные черты полеводства Северной окраины черноземов Черниговщины. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 18. Краткие выводы опытного поля. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 20. Засуха на Черниговщине и возможные меры борьбы с ней. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 26 Влияние присутствия в севообороте клевера и других бобовых на урожайность севооборота и на использование последующими культурами фосфатов. С. П. Кулжинский.

Вып. 27. Значение в севообороте клевера и фосфатов. С. П. Кулжинский. Популярные листки:

1) О посеве яровой вики в толоке. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

2) Об удобрении толоки томасшлаком и суперфосфатом. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

3) Люцерна на Черниговщине. С. П. Кулжинский.

4) Пашите толоку под озим пораньше. И. Д. Рогоза.

5) Лущите озимую стерню. И. Д. Рогоза.

6) Плакат о засухе. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

7) Берегите сад—лист. Л. К. Зыбин.

8) Зола—бесплатное удобрение. М. И. Полякова.

9) Кукуруза. М. И. Поля.

Вып. 37. Севообороты с сахарной свеклой. И. Д. Рогоза.

Вып. 39. Как быстро размножить новые сорта картофеля. С. П. Кулжинский.

University of Illinois
Library at Urbana-
Champaign
Oak Street

[63.113]

Н. К. З.

НОСОВСКАЯ СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕН. ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ
ИМЕНИ ПЯТИЛЕТИЯ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ.

Отдел Агрохимический.

Выпуск 42

Проф. К. К. ГЕДРОЙЦ.

ПОЧВА

КАК КУЛЬТУРНАЯ СРЕДА для СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ.

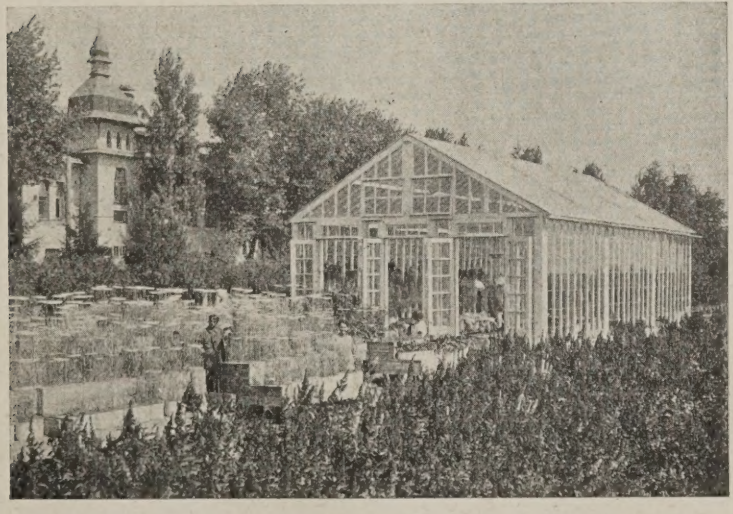
ПОЧВЕННЫЕ КОЛЛОИДЫ и СОЛОНЦЕВАТОСТЬ ПОЧВ.

По данным Агрохимического отдела
Носовской С.-Х. Опытной Станции.

THE LIBRARY OF THE
AUG 7 1928
UNIVERSITY OF ILLINOIS

ПОПУЛЯРНЫЙ ОЧЕРК.

С двумя картами и 8 рисунками.



КИЕВ—1926.

Киевский Окрлит № 13230 Зак. 535—4000

Трест „Киев-Печать“, 6-я типография, ул. Ленина 19

ПРЕДИСЛОВИЕ.

С начала организации у нас сел.-хоз. опытного дела прошло уже 40 лет. За эти 40 лет много у нас в корне изменилось, но одно осталось неизменным.—Наша страна, как была 40 лет тому назад почти исключительно земледельческой страной, так и теперь сельское хозяйство остается главным, а часто и единственным средством существования почти 85% всего нашего населения. Поэтому, естественно, всякий успех в сельском хозяйстве, всякое повышение урожайности заметно сказывается на жизни всей страны. Наше сел.-хоз. опытное дело за 40 лет своего существования много сделало, имеет много достижений, но чем больше оно достигло, тем труднее в будущем каждое новое дальнейшее достижение, а достижения крайне необходимы при нашем малоземелии. И чтобы правильно вести теперь с.-х. опытное дело вперед, необходимо вести углубленно работу, необходима сложная, тщательная работа агрохимических отделов, так как только полевым методом мы очень многое не можем решить. В самом деле. Наши украинские черноземы богатейшие почвы, однако, огромное богатство этих почв мы пока очень мало можем использовать и на богатейших наших черноземах без удобрения не умеем получать большие урожаи. А ведь, как видно из печатаемой ниже работы К. К. Гедройца, даже в Носовском черноземе, сравнительно бедном, на десятине находится около 1100 п. азота и около 650 пудов фосфора, т. е. количество, заключающееся в 6.600 пудах селитры и 11.000 пуд. суперфосфата. Считая стоимость селитры 3 руб., а стоимость суперфосфата в один руб., мы видим, что в десятине нашего чернозема только в виде фосфора и азота находится богатство на сумму около 30.000 рублей. А ведь урожаю только в 100 пудов зерна с десятины надо всего около 1½ п. фосфора, и около 2½ пудов азота. Однако, несмотря на это, наши богатейшие черноземы без навоза или минеральных удобрений дают очень низкие урожаи. Разобраться в этом колоссальной важности вопросе, найти способы заставить наши черноземы более щедро отдавать растениям накопленные веками в земле богатства мы можем только углубленной, широко поставленной агрохимической работой. Затем, почему на одних черноземах навоз действует очень сильно, а на других, наоборот, действует слабо; почему в один год минеральные удобрения оказывают очень большой эффект, а в другие года на той же самой земле, наоборот, эффект очень слабый; почему так плодотворно действует на урожайность полей культура клевера на некоторых почвах и не действуют здесь же другие бобовые, например, вика, и ряд других интереснейших и практически очень важных вопросов можно решить только при углубленной, широко поставленной работе. Носовская сел.-хоз. опытная станция работам агрохимического отдела придавала всегда очень большое значение, насколько позволяли ей в высшей степени скудные средства,—стремилась эти работы все углублять и расширять. Под руководством такого агрохимика как К. К. Гедройц нашему агрохимическому отделу уда-

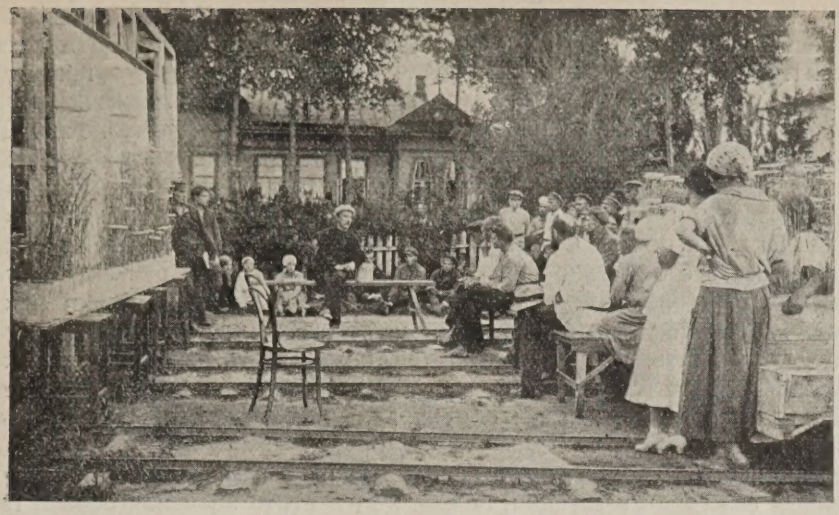
лось выполнить ряд очень важных работ, удалось осветить ряд раньше непонятных явлений с.-х., удалось, наконец, поставить на очередь ряд новых крайне важных вопросов. С целью ознакомить со всем этим возможно широкие агрономические и студенческие круги, мы и печатаем ниже популярный очерк методов и результатов работ агрохимического отдела, желая вместе с тем привлечь к агрохимии больше внимания. А привлечь внимание к агрохимии теперь крайне важно и необходимо. Агрохимия в такой исключительно земледельческой стране, как Украина, должна быть в особом почете, а на самом деле пока положение ее самое грустное. Крайний недостаток средств, оборудования не дает возможности вести работы так, как этого требует современное развитие науки и техники. В начале организации наша агрохимическая лаборатория десять лет тому назад по тому времени была хорошо оборудована—приборами, газом, электричеством, аккумуляторами, водопроводом и проч. Но теперь, через десять лет много надо нового, а средств поразительно мало. Затем в высшей степени остро обстоит вопрос со специальным агрохимическим персоналом. Вести сложные агрохимические работы, проявлять творчество, искать и находить новые пути—могут только высококвалифицированные работники, работники с хорошим научным и большим стажем, при условии, если они будут работать с помощью соответственного штата сотрудников.

Однако, в последние годы и особенно теперь совершенно нет условий для создания таких специалистов и в будущем, а в настоящее время хороших агрохимиков у нас единицы и нет стимула привлечь новых работников, так как оплата труда этих специалистов поразительно низкая. В самом деле, например, на нашей станции очень хороший агрохимик, с высшим образованием, семилетним стажем и научными трудами, работая, не считаясь с часами, получает всего от НКЗ 36 руб. Правда, с весны НКЗ предложил уплачивать еще 24 руб. из хозяйственных средств оп. ст., а средств этих часто и не бывает. Здесь же хорошая лаборантка-агрохимик с высшим образованием и 10-летним стажем получает всего 28 руб.

Такая оценка труда специалистов, к сожалению, не только на Носовской с.-х. опытной станции, а вообще на Украине, в результате чего фактически и сколько нибудь большая работа по агрохимии идет в 2—3-х местах на всю Украину. Конечно, при таких условиях развития агрохимии у нас не будет—будет только несколько фанатиков своего дела, преданных своему делу и способных работать при самых невероятных условиях, а Украине надо десятки и сотни агрохимиков, так как только тогда мы сумеем заставить наши богатейшие черноземы не скупиться, а щедро из года в год отдавать огромные богатства, накопленные здесь веками. Печатая талантливую работу К. К. Гедройца, мы расчитываем, что быть может эта работа хоть в некоторой степени привлечет должное внимание к агрохимии и поможет ей занять должное положение в нашей земледельческой стране.

Заведующий Носовской с.-х. опытной станции *С. Кулжинский.*

декабрь 1925 г.



Проф. К. К. Гедройц читает лекцию о значении вегетационного метода в вегетационном домике Носовской С.-Х. Оп. Станции.

ВВЕДЕНИЕ.

Цель всякой полеводственной сельско-хозяйственной Станции повысить насколько возможно количество органической массы известного качества, даваемой полями района Станции. Для осуществления этой цели Станция должна стремиться овладеть теми внешними условиями, которые влияют на рост растения и создают тот или другой его урожай и которые носят общее название факторов вегетации.

Овладеть каким-либо фактором вегетации, это значит прежде всего изучить его в районе действия Станции, независимо от действия его на растение с качественной и количественной стороны; а так как вся совокупность факторов вегетации составляет то, что известно под общим именем естественно-исторических условий района, то необходимой предпосылкой для достижения конечной цели Станции является познание этих условий в своем районе. Далее необходимо установить зависимость между факторами вегетации, ростом растений и качеством урожая, т. е. найти законы их влияния на растение, и наконец, найти способы изменять интенсивность этих факторов в том или другом направлении и этим регулировать их влияние на растение.

Одним из таковых факторов вегетации является почва; точнее сказать, в почве мы имеем сложную совокупность отдельных факторов вегетации: растение произрастает на почве, а существенная часть растения— его корень всю жизнь свою проводит в самой почве, откуда он берет необходимые для растения питательные вещества, воду и необходимый для его дыхания кислород .

Громадная роль в урожайности растений принадлежит далее метеорологическим факторам (влага, теплота, воздух); но большинство из этих факторов действует на растение не непосредственно, но через почву; влияние этих факторов на растение преломляется, так сказать, через почву, причем

степень и направление такого преломления находятся в тесной зависимости от свойств данной почвы; так напр., одно и то-же количество атмосферных осадков при их одинаковом распределении во времени могут повлиять на урожай на глинистой почве или на почве, богатой перегнойными веществами, совершенно иначе, нежели на песчаной или бедной гумусом почве. Такое посредственное, через почву преломляющееся влияние метеорологических факторов придает еще большее значение изучению почвы, как среды, в которой растут и развиваются сельско-хозяйственные растения, изучению всех тех свойств почвы, которые так или иначе могут влиять на величину урожая. Вместе с тем такое посредственное действие на растение метеорологических факторов очень усложняет изучение почвы в агрономическом отношении, так как вносит целый ряд новых, сложных и трудных вопросов; достаточно указать, что для возможности управлять величиной урожая на данной почве является необходимым изучить законы передвижения атмосферной влаги в почве, законы обмена воздухом между почвой и атмосферой и т. д.

Наконец, для более ясного представления о всей сложности вопроса о почвенных факторах вегетации, нельзя не отметить значения особой группы почвенных факторов—факторов микробиологических. Почва населена громадным количеством живых микроскопических организмов (бактерии, грибки, водоросли, простейшие); в одном куб. сантиметре почвы насчитываются миллионы этих микроорганизмов. Одни из этих микроорганизмов являются очень полезными в почве, как среде для культивируемых растений (таковы, напр., микроорганизмы, разлагающие азотистые органические вещества с образованием аммиака—аммонизаторы; бактерии, окисляющие аммиак дальше в азотистую и азотную кислоты—нитрификаторы; бактерии, питающиеся газообразным азотом воздуха и переводящие его в связанное состояние, и т. д.); другие, наоборот, в процессах своей жизни производят вредные для растений вещества или разрушают полезные для растений соединения (напр., так называемые, денитрификаторы, которые разрушают азотнокислые соли в почве, являющиеся наряду с аммиачными соединениями почвы источником азотистого питания растений). Интенсивность деятельности почвенных микроорганизмов находится в тесной зависимости от свойств почвы; эти свойства могут быть таковы, что полезная для растений деятельность микробов будет преобладать над вредной. Всякая сельско-хозяйственная опытная Станция должна, очевидно, изучить микрофлору почв своего района и те свойства почвы, которые так или иначе влияют на жизнедеятельность этого населения, с тем, чтобы различными искусственными приемами направлять их деятельность в желательную сторону.

Таким образом те свойства почвы, которые, являясь факторами вегетации, подлежат изучению на Опытных Станциях, чрезвычайно разнообразны. Изучение их сосредоточивается в особых отделах станций, носящих различное название. На Носовской С.-Х. Опытн. Станции такой отдел называется Агрохимическим. Настоящая статья имеет целью познакомить читателя с направлением работ этого отдела Носовской Станции и с главными выводами, к которым он пришел за время своей деятельности.

Так как свойства почвы вообще и особенно те ее свойства и особенности, в которых проявляется жизнь почвы, ее постоянная изменчивость и отзывчивость на внешние условия, и от которых в конце концов зависит сельско-хозяйственное достоинство почвы и приемы улучшения почвы, самым тесным образом связаны с коллоидальными веществами почвы и с теми реакциями, которые обусловливаются свойствами вещества в коллоидальном состоянии, то для общедоступности моего изложения я считаю необходимым в соответствующих местах настоящей статьи ввести в самой

краткой и доступной форме главнейшие основы учения о почвенных коллоидах и реакциях взаимообмена между ними и солями, растворенными в почвенной влаге. Буду из указанной области останавливаться только на том, что имеет непосредственное отношение к работам Агрохимического Отдела Носовской Станции. В изложении же буду руководствоваться данными общей коллоидальной химии и результатами своих работ по изучению коллоидальных свойств почвы.

ГЛАВА I.

Основные свойства почвы.

Между различными свойствами почв имеются такие, которые можно назвать *основными свойствами почвы;* их необходимо знать, во-первых, для того, чтобы иметь общее представление о почве, об ее происхождении и принадлежности к тому или другому почвенному типу, подтипу и т. д.; а во-вторых, для того, чтобы можно было изучать дальнейшие свойства почвы, так как все остальные ее свойства являются производными от основных свойств почвы.

Определить, что я понимаю под термином «основные свойства почвы», можно приблизительно так: это такие свойства, которые, определяя общую физиономию почвы, отличаются известным постоянством; конечно, и они изменяются во времени, так как в почве нет ничего абсолютно постоянного; но, чтобы изменения основных свойств почвы произошли естественным путем и чтобы они при этом стали доступными нашим методам исследования и повлияли бы на рост воздельваемых растений, нужны периоды времени, измеряемые десятками и сотнями лет. Для того, чтобы эти свойства изменить искусственно и в течение сравнительно короткого времени, земледельцу нужно прибегнуть к коренным мелиорациям, обычными же приемами обработки и удобрения основные свойства почвы могут более или менее ощутимо изменяться лишь при применении их в течение очень многих лет. К таковым основным свойствам почвы нужно отнести прежде всего ее элементарный валовой состав, под которым понимается следующее. Я остановлюсь подробнее на выяснении этого понятия, так как это нам пригодится и для последующего изложения.

Почва состоит из минеральной и органической части. Та и другая представляют совокупность многих отдельных соединений. Сказать, какие это соединения и сколько их, мы, при настоящем состоянии наших знаний, не можем. Но мы знаем, что минеральная часть почвы содержит только соединения, имеющие характер или так называемых окислов, или так называемых солей, при чем из свободных окислов в почве всегда имеется в том или другом количестве окисел кремния— SiO_2 (кремнезем в виде кристаллической кремнекислоты—кварц, или аморфная кремнекислота), и могут быть еще окислы железа— $Fe\ O_3$ и алюминия— Al_2O_3 Остальная минеральная часть почвы представляет соли, т. е. соединение кислотных окислов с основными (или кислоты, в которых водород замещен, металлом). В органической части почвы, в ее гумусе также содержатся соли, но соли органических кислот, связанных также с металлами, а кроме того часть гумуса представляют вещества иной химической природы (напр., белки, углеводы); это группа, так называемых, индифферентных органических веществ почвы. Затем нам известно, какие элементы входят в состав почвы; в минеральную часть входят: кремний, алюминий, железо, марганец, кальций, магний, калий, натрий, кислород, азот, фосфор, сера; кроме того почва содержит целый ряд других элемен-

тов (напр., титан, барий, цезий, рубидий, литий) но эти элементы при обычном валовом анализе не учитываются; их количества, кроме разве титана, вообще очень ничтожны; почвы в этом отношении еще очень мало изучены, и роль этих элементов в жизни почвы и растения нам еще совершенно неизвестна. Не умея определять, в каких именно соединениях в почве находится каждый из этих элементов, и какая часть данного элемента почвы находится в том или другом ее соединении, мы можем определить общее количество каждого элемента в любой почве. Так вот, общее содержание в почве каждого элемента во всех имеющихся соединениях его в данной почве носит название валового содержания этого элемента в почве, а валовое содержание всех встречающихся в минеральной части почвы элементов носит название валового состава минеральной части почвы; определяется оно в почве помощью химического исследования почвы, носящего название валового анализа почвы. Полученное этим анализом валовое содержание каждого элемента выражается не прямо в количестве этого элемента, а в количестве его окисла, т. е. соединения его с кислородом, потому что, как сказано было выше, почва содержит элементы или в виде свободных окислов (напр., SiO_2), или в виде соединения кислотного окисла с основным, т. е. в виде соответствующей соли (напр., кремний и кальций могут быть в почве в виде соли SiO_4Ca_2, т. е. $SiO_2 + 2CaO$). Поэтому, если напр., в 100 гр. минеральной части почвы определить валовым анализом количество каждого, содержащегося в ней элемента, и на основании полученных данных вычислить для каждого элемента вес его окисла, то сумма окислов всех этих элементов должна бы дать ровно 100 гр., если бы не было ошибки анализа; вследствие же неизбежности ошибок, сумма получится несколько иная, около 98 гр. В органической части почвы определяется общее содержание углерода и азота. На основании общего содержания углерода можно приблизительно узнать и общее содержание в почве гумуса, так как можно с некоторым приближением допускать, что в гумусе всякой почвы (кроме торфянистых) содержится около 58% углерода. Нужно иметь в виду, что гумус почвы всегда содержит минеральные элементы (золу), которые частью входят в него, как основания органических кислот, частью же входят, как необходимый элемент в молекулу того или другого органического соединения гумуса, напр., фосфор и сера в молекуле некоторых белковых веществ. При валовом анализе почвы эти элементы учитываются вместе с остальными в валовом составе минеральной части почвы.

Если оставить в стороне содержащийся в почве свободный кремнезем (SiO_2), содержание которого зависит главным образом от степени мелкозернистости почвы (чем почва глинистее, тем меньше в ней этого кремнезема, чем она песчанее, тем, обратно, больше она содержит этого вещества), то можно сказать, что почва состоит главным образом из различных солей. Все соли, составляющие минеральную часть почвы, можно разбить на две большие группы: 1) соли кремневых, алюмокремневых и феррикремневых кислот (будем их называть сложными солями) и 2) соли всех остальных минеральных кислот—простые соли. Вода действует на эти две группы солей неодинаково. Сложные соли она почти вовсе не растворяет, но зато разлагает, разрушает их, превращая их в другие соединения. Простые же соли вода не разлагает, но растворяет. Нас сейчас интересует эта вторая группа солей, соли простые. Прежде всего укажу, какие, именно, простые соли встречаются в почве: 1) углекислые соли кальция, магния, натрия, калия, иногда закиси железа; 2) сернокислые соли кальция, магния, натрия, калия; 3) хлористые соли кальция, магния, натрия, калия; 4) фосфорнокислые соли кальция, магния, железа и алюминия; 5) азотистокислые и азотнокислые соли кальция, магния, натрия, калия. Можно утверждать, что все перечислен-

ные соли в каждой почве имеются, вопрос лишь в том, каково их количество в данной почве. Из указанных солей одни трудно растворимы в воде (углекислый кальций и магний и фосфорнокислые соли); другие средне растворимы (серно-кислый кальций); остальные же легко растворимы. Для определения в почве количества содержащихся в ней легкорастворимых солей применяется метод *водной вытяжки*. Водная вытяжка дает возможность решить очень важный в агрономическом отношении вопрос о таком основном свойстве почвы, как—содержит-ли она какие-либо из этих легко растворимых солей в количествах, могущих вредно влиять на растительность.

Следующим очень важным основным свойством почвы является *состав поглощенных катионов в поглощающем почвенном комплексе* и величина последнего. Под именем *поглощающего почвенного комплекса* мы обозначаем очень мелкораздробленную часть почвы, размеры частиц которой ниже примерно 0,0001 мм.; эта часть почвы состоит из нерастворимых в воде солей кремневых, алюмокремневых и различных органических кислот, при чем часть связанных с этими кислотами металлов (в том числе в некоторых случаях и водород) оказываются способными вступать в обмен с металлами (катионами) тех простых солей, которые находятся в растворе почвенной влаги (в почвенном растворе); таким образом эти мельчайшие почвенные частички как минеральные, так и органические, оказываются способными «поглощать» из растворов катионы солей; поэтому вся совокупность этих частиц, ближайший химический состав которых нам неизвестен, назван нами «*почвенным поглощающим комплексом*», а те, содержащиеся в нем катионы, которые способны обмениваться на катионы солей почвенного раствора, — «*поглощенными катионами*». Как мы увидим ниже, величина поглощающего комплекса почвы и состав его поглощенных катионов играют существеннейшую роль в сельско-хозяйственных свойствах Носовских почв.

Наконец, последнее основное свойство почвы, на котором мы остановимся, —*это механический состав почвы*. Почва состоит из твердых частичек (кристалликов или осколков кристалликов) различной величины; эти отдельные частички носят название механических элементов почвы, а общее количество в почве частичек данной величины называется механической фракцией почвы. Имеются способы, дающие возможность выделить из почвы ту или другую механическую фракцию, напр., выделить все механические элементы, диаметр которых заключается между 0,05—0,01 мм. (приближенно допускается, что почвенные частички имеют шарообразную форму); такими методами можно разделить взятую навеску почвы на составляющие ее механические фракции, полученные фракции взвесить и определить таким образом то, что называется *механическим составом почвы;* нужно только предварительно условиться, на какие фракции разделять почву, так как само собою разумеется, что границы для каждой механической фракции могут быть выбраны различно: можно выделять фракцию с размерами частиц между 0,05 и 0,01 мм., а можно с размерами между 0,06—0,02 мм., или же вместо одной фракции размерами 0,05—0,01 мм. можно выделить две: одну с размерами 0,05—0,025, а другую—0,025—0,01. Таким образом, данную почву можно очень различным способом разбить на составляющие ее механические фракции или, иначе говоря, в основу механического анализа почвы может быть положена та или другая классификация почвенных механических фракций с теми или другими пределами между отдельными фракциями и той или другой дробностью механических фракций. Нужно отметить, что до сих пор еще не удалось выработать такой классификации, в которой границы между фракциями были бы не произвольны, а основывались бы на изменении каких-либо важных свойств фракций при переходе через эти границы; для этого недостаточно еще изучены свойства отдельных механи-

ческих фракций. Из классификаций почвенных механических фракций наиболее дробной и наиболее распространенной (особенно в России) в настоящее время является классификация проф. Вильямса, несколько видоизмененная проф. Сабаниным. По этой классификации мелкозем почвы, т. е. вся та часть почвы, частицы которой имеют диаметр меньше 1 мм. (в Носовских почвах нет частиц крупнее 1 мм.), разбивается на следующие механические фракции:

Частицы	с	диаметром	от	1	до	0,25	мм.—	фракция среднего песка
»	»	»	»	0,25	»	0,05	» — »	мелкого »
»	»	»	»	0,05	»	0,01	» — »	крупной пыли
»	»	»	»	0,01	»	0,005	» — »	средней »
»	»	»	»	0,005	»	0,001	» — »	мелкой »
»	»	»	меньше	0,001			» — »	ила

Вся совокупность фракций с диаметрами частиц от 1 до 0,01 мм. называется иногда песком, а вся совокупность более мелких фракций с диаметром частиц меньше 0,01 мм.—глиной.

ГЛАВА II.

Основные свойства почв Носовской С.-Хоз. Оп. Станции.

Изучение почв полей Носовской Опытной Станции в отношении вышеуказанных трех основных свойств дает возможность охарактеризовать эти почвы таким образом: по характеру гумуса (нейтральная реакция), по распределению его в вертикальном разрезе почвы (очень постепенное убывание количества гумуса с глубиной и распределение его на большую глубину), по составу поглощенных катионов (в поглощающем комплексе исследованных уже Носовских почв найдены только кальций и магний; более подробные исследования, быть может ,обнаружат присутствие там, по крайней мере в некоторых разностях почв, ничтожных количеств поглощенного водорода или поглощенного натрия, в зависимости от стадии эволюции, переживаемой почвой на том или другом элементе микрорельефа, сильно выраженного на полях Станции), по довольно высокому залеганию уровня горизонта, содержащего углекислый кальций (в некоторых разностях почв Носовских полей этот горизонт встречается уже на глубине около 60 стм. от поверхности и только местами он не обнаружен даже на глубине 3 метров),—Носовские почвы несомненно должны быть отнесены к почвам черноземного типа почвообразования; на то же указывает очень слабое изменение в валовом содержании кремнекислоты, окиси железа и окиси алюминия в различных горизонтах вертикального почвенного разреза; такое однообразное содержание этих веществ в вертикальном направлении—указание на очень слабое разрушение водою сложных (силикатных и алюмосиликатных) солей почвы, а это является одним из существеннейших признаков, отличающих черноземный тип почвообразования от подзолистого. Но по содержанию гумуса (около 3,5%) Носовские черноземы должны быть отнесены к очень низкогумусным черноземам; в этом отношении они близки уже к почвам подзолистого типа, отличаясь, однако, от последних в отношении гумуса значительно большей мощностью гумусового горизонта. Причинами такого малого содержания перегнойных веществ в Носовских почвах являются: их переходный характер (близость границы подзолистой зоны), механический состав и некогда бывшая, повидимому, их солонцеватость (на этом свойстве почв я остановлюсь дальше).

Механический состав. По механическому составу почвы Носовской Станции приходится отнести к легким суглинкам: хотя они содержат довольно высокий процент, так называемых, глинистых частиц (с диаметром меньше 0,01 мм.), а именно, около 33% от веса почвы, но эта глинистая фракция состоит почти исключительно из частиц с диаметром от 0,01 до 0,001 мм., т. е. из средней и мелкой пыли; этих двух фракций в почве около 25%, а на долю самой мелкой почвенной фракции, частицы которой меньше 0,001 мм. (илистая фракция), приходится всего около 7%. Мы увидим ниже, что такое малое содержание ила в Носовских почвах в связи с сравнительно

большим содержанием средней и мелкой пыли накладывает своеобразный отпечаток на агрономические свойства этих почв.

Валовой состав. Валовой анализ почвы дает указания не только в отношении генезиса почвы; на основании валового содержания в почве питательных элементов: азота, фосфора, серы, калия, кальция и магния, мы можем судить о богатстве нашей почвы, т. е. об общем запасе в ней этих элементов. Само собой разумеется, что чем запас этот выше, чем почва богаче питательными веществами, тем ценность ее больше. Относительно Носовских почв валовой анализ показывает, что они сравнительно богаты калием, кальцием и магнием; содержание же остальных питательных элементов и в том числе наиболее существенных в сельском хозяйстве—азота и фосфора—сравнительно низкое. Так валовое содержание азота в пахотном горизонте этих черноземов достигает всего лишь около 0,2%, между тем, как в тучных черноземах оно бывает более 0,5%; по содержанию азота в этом горизонте Носовские почвы очень близки к подзолистым, выгодно отличаясь, однако, от них значительно большим богатством азота в нижележащих горизонтах: в то время, как у подзолистых почв уже в подпахотном горизонте (на глубине 20—30 стм.) общего азота содержится лишь ничтожное количество (сотые процента), в Носовских почвах такие ничтожные количества обнаруживаются только на глубине около 1 метра. Для суждения о запасах валового азота в почвах Носовской Станции, об их богатствах азотом, интересно сравнить запасы его на 1 десятине (или на 1 гектаре) в верхнем слое, глубиною до 1 метра, этих почв, с запасами в других почвах, напр., у тучного чернозема (Тульской губ.) и подзолистой лесной почвы (Вологодской губ.): в тучном черноземе этот запас достигает до 1800 пуд. на дес. (27.000 кгр. на гектар), в Носовских почвах до 1100 пуд. (17.000 кгр. на гект.) и в подзолистой почве до 600 пуд. (9.200 кгр. на гек.). Мы видим, что по общему запасу азота в том слое, откуда растения могут еще черпать питательные вещества, Носовские почвы значительно беднее, нежели тучные черноземы, но, с другой стороны, значительно богаче подзолистых почв. Если теперь принять во внимание количество азота, уносимое ежегодно из почвы убираемыми урожаями (хороший урожай ржи—около 100 пуд. зерна на десятину уносит с десятины около 2,5 пуда азота), то увидим, что запасы азота в Носовских почвах, несмотря на то, что они между черноземными почвами являются одними из наиболее бедных этим веществом, колоссальны.

Валовое содержание в Носовских почвах фосфорной кислоты достигает в пахотном слое до 0,1%; книзу это содержание постепенно понижается, достигает на глубине примерно 1 метра от поверхности минимума (около 0,07%), а дальше книзу снова повышается (на глубине около 2 метров фосфорной кислоты найдено около 0,08%). Таким образом мы видим, что ход изменения содержания валовой фосфорной кислоты в почвах с углублением иной, нежели в случае азота; там мы имели максимум содержания в самом верхнем горизонте, а затем количество азота с углублением постепенно и параллельно уменьшению количества гумуса падало и на глубине примерно 1 метра достигало почти нуля. Различие обусловлено тем, что азот в почвах, можно сказать, почти целиком (кроме ничтожных следов, составляющих около 0,001% от веса почвы) находится в виде органических соединений, т. е. в гумусе почвы, в материнской же породе его нет; поэтому его распределение в вертикальном разрезе почвы то же, что и гумуса; источником же фосфора в почвах является материнская порода, ее фосфорнокислые соединения, и во всем почвенном разрезе содержание фосфорной кислоты поэтому приблизительно одинаковое; в верхних горизонтах ее обычно несколько больше, вследствие, так называемой, аккумуля-

тивной (собирательной) деятельности растений; растение своими корнями собирает питательные вещества, а в том числе и фосфорную кислоту из различных слоев почвы и между прочим из довольно глубоких и переносит их в надземные свои части и в верхнюю, самую мощную часть корневой системы, поэтому верхний горизонт почвы вместе с обогащением гумусом, а значит, и азотом, постепенно все больше и больше обогащается и такими питательными элементами, как фосфор, сера, кальций, калий; само собой разумеется, что аккумулятивная деятельность растений в девственных почвах, где урожаи не убираются, значительнее, нежели на почвах культурных, с которых надземная, а иногда и подземная масса уносится; в последних может итти даже обратный процесс (если почвы не удобряются или удобряются слабо) постепенного обеднения пахотного горизонта питательными элементами.

Процентное содержание валовой фосфорной кислоты в Носовских почвах сравнительно низкое; правда, встречаются почвы еще значительно беднее общим фосфором; так, напр., по анализам многочисленных образцов почв бывших Остзейских губ., произведенных проф. Томсом, там это содержание падает в некоторых случаях до 0,036% (минимум), достигая максимальной цифры 0,140%; в почвах Нижегородской губ., анализировавшихся проф. Шмидтом, содержание валовой фосфорной кислоты колебалось от 0,040 до 0,257%. Во всяком случае для чернозема Носовские почвы нужно признать бедными по содержанию валовой фосфорной кислоты; между черноземами встречаются такие, где валовой фосфорной кислоты больше 0,3%. Но в отношении фосфорной кислоты, как и в отношении азота, приходится признать, что, несмотря на сравнительную бедность Носовских черноземов фосфором, запасы этого элемента на полях, по сравнению с теми количествами его, какие уносит с полей ежегодный урожай, очень велики: в пахотном горизонте (верхних 20 стм. почвы) содержится около 140 пуд. фосфорной кислоты на десятине (около 2200 кгр. на гектар), а в слоях в 1 метр толщиною—около 660 пуд. на дес. (или 10.000 кгр. на гект.), между тем, как урожай ржи в 100 пуд. зерна с десятины уносит с поля всего лишь около 1½ пуд. фосфорной кислоты.

Мы остановимся еще на одном данном валового состава Носовских почв,—на общем содержании в них серы. В то время, как на азот, фосфор, калий и кальций, как питательные элементы, очень давно уже обратили внимание, серою в этом отношении стали заниматься сравнительно очень недавно. Одной из причин такого невнимания к этому питательному элементу было отсутствие сколько-нибудь удовлетворительных методов определения серы в растительных остатках. Она определялась в золе растений, полученной обыкновенным озаливанием растительной массы, а при этом часть серы улетучивается и потому не может быть учтена анализом. Поэтому создалось мнение, что серы в растениях вообще очень мало и что той серы, которая в почвах вообще имеется, хотя ее там очень часто и очень мало, должно хватать для урожаев; и, во всяком случае, если растения и могут нуждаться в этом элементе на данной почве, то лишь после удовлетворения потребности этой почвы в азоте, фосфоре, калии, а, может быть, и в кальции. Таким образом сере, как удобрительному веществу, отводили последнее место. Толчком к пересмотру вопроса о сере, как питательном веществе, послужили наблюдения над действием на растения серы, применявшейся для борьбы с болезнями растений. Были разработаны новые методы определения серы в растительном веществе и в почвах, дающие возможность переводить органическую серу в сульфаты, в виде которых она определяется без потери. Теперь имеется уже громадная литература по вопросу о содержании серы в растениях, в почве, о потребности почв в сернокислом

удобрении, о различных побочных влияниях удобрения почвы серою в различных формах ее соединений на почвенные процессы и на растение. Теперь мы знаем, что содержание серы в растениях вовсе не так мало, как это предполагалось раньше; оказалось, что в общем содержание серы (выраженной в виде SO_3) в растениях приблизительно такое же, как и фосфора (выраженного в P_2O_5); в некоторых растениях оно больше, в других меньше, чем P_2O_5. Исследование почв показало, что в них очень часто содержится серы значительно меньше, чем фосфора; поэтому вопрос о потребности почвы в сернокислых удобрениях заслуживает полного внимания.

Валовое содержание серы в Носовских почвах достигает почти такой же величины, что и фосфора (0,1% SO_3 в верхнем горизонте, книзу оно понижается); главная масса серы находится здесь, повидимому, в форме органических соединений; в виде серной кислоты ее здесь, очевидно, мало. В общем это содержание должно быть признано небольшим, и Носовские почвы приходится считать, если не бедными этими элементами, то, во всяком случае, не отличающимися богатством. Укажу, что в вегетационных сосудах Носовская почва нуждается в серной кислоте и больше, чем в калии.

Нам остается еще сказать несколько слов о данных водных вытяжек, поскольку они характеризуют основные свойства почвы (обсуждение этих данных с точки зрения плодородия Носовских почв будет сделано дальше); те очень немногие почвенные разрезы, которые изучались водными вытяжками, оказались незасоленными легкорастворимыми солями (т. е. сульфатами и хлоридами); только в одном случае на значительной глубине (260 стм.) обнаружены следы хлора. Кроме того, водные вытяжки показали, что исследовавшиеся образцы почвы были и не солонцеваты.

Заканчивая вопрос об основных свойствах Носовских почв, необходимо указать, что для достаточного суждения вообще об этих почвах (а не только об исследованных образцах) мы располагаем еще очень малым количеством данных; благодаря сильно выраженному микрорельефу (поверхность испещрена мелкими углублениями, «блюдцами»—с диаметром в несколько сажень, имеющих глубину до ½ саж.), создающему неодинаковые условия увлажнения почв в различных местах, почвенный покров территории Носовской Станции в отношении морфологии и основных своих свойств отличается большой пестротой; одной из ближайших задач Станции является изучение основных свойств этих почв, в зависимости от микрорельефа. Агрохимический Отдел давно уже ясно сознает необходимость такого исследования, но недостаток средств (химические анализы почв требуют много времени и стоят дорого) не давал возможности еще вплотную приступить к этой важной задаче. Для Носовских почв такое исследование представляет особое значение в целях выяснения тех агрономических особенностей этих почв, которыми эти почвы обладают, повидимому, вследствие того, что они были когда то засоленными, а затем солонцеватыми.

ГЛАВА III.

Солонцеватые почвы района Носовской Станции и генезис несолонцеватых почв этого района.

Агрохимический Отдел Носовской Станции занимался изучением не только почв, так называемого, Носовского плато, в центре которого расположены поля Станции, но он особое внимание обратил на почвы находящегося в районе Станции Макиевского Опытного Поля, расположенного на почвах, носящих название солонцов и солонцеватых почв; особое внимание пришлось обратить на эти почвы, потому что они довольно широко распространены в области Днепровского ледникового языка (см. прилагаемую карту) *) и их особое свойство—«солонцеватость»—резко отражается и, именно, в неблагоприятном отношении на их культурных свойствах (более или менее высокая солонцеватость делает почву вовсе непригодной непосредственно для сельско-хозяйственной культуры, а даже слабая солонцеватость уже понижает сельско-хозяйственную ценность почвы).

Кроме того, имеется полное основание предполагать тесную генетическую связь между Носовскими несолонцеватыми черноземами и даже шире—между вообще несолонцеватыми почвами области Днепровского ледникового языка и солонцами; поэтому детальное изучение нынешних солонцеватых почв этой области мы считаем необходимым для выяснения свойств всех почв этой области. Для выработки мероприятий по улучшению этих почв и приемов сельско-хозяйственной культуры, подходящих к такому состоянию почвы, Опытному Полю, очевидно, надо познать природу этих почв, их основные свойства. Для того, чтобы полученные результаты и делаемые из них выводы были вполне понятны, я должен уклониться в сторону и изложить в самых общих чертах и применительно, именно, к почвам элементы учения о коллоидальном состоянии вещества; это тем более необходимо нам, что и упомянутое выше учение о поглощающем почвенном комплексе и о поглотительной способности почвы без этого не может быть достаточно понятно; это же потребуется и при изложении агрономических особенностей Носовских почв.

Коллоидальное состояние вещества.

Во всякой почве в том или другом количестве имеется механическая фракция, носящая название ила и содержащая частички, диаметр которых меньше 0,001 миллиметра (или 1 микрона). Само собой понятно, что сама

*) Солонцы и солонцеватые почвы Днепровского ледникового языка еще очень слабо в общем изучены и в отношении их географического распространения и в отношении их характера и свойств; чтобы дать читателю некоторое представление о их распространении, приводим почвенную карту Нежинского и Козелецкого у. у. проф. Б. Б. Полынова, изданную в 1904 г.

СХЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТА ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УКРАИНЫ

МАСШТАБ 60 в. в АНГЛ. ДЮЙМЕ

СОСТАВИЛ Г. МАХОВ

1923 г. КИЕВ

УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ

- ФЛЮВИОГЛЯЦИАЛЬНЫЕ, ЧАСТЬЮ ЭОЛОВЫЕ, ПЕСКИ.
- ФЛЮВИОГЛЯЦИАЛЬНЫЕ СУПЕСИ И СУГЛИНКИ
- КОМПЛЕКС ПЕСКОВ НАДМОРЕННЫХ, ЭЛЮВИАЛЬНЫХ И ЭОЛОВЫХ
- ДЮННЫЕ ПЕСКИ.
- СУПЕСЧАНАЯ МОРЕНА
- ЛЕССОСУГЛИНИСТЫЙ ОГЛЕЕННЫЙ ЛЕСС (ВНЕ ОЛЕДЕНЕНИЯ).
- ЛЕССОСУГЛИНИСТЫЙ (ЧАСТЬЮ ОГЛЕЕННЫЙ) ЛЕСС РАЙОНА ОЛЕДЕНЕНИЯ.
- СУГЛИНИСТЫЙ ЛЕСС (ВНЕ РАЙОНА ОЛЕДЕНЕНИЯ)
- ЮЖНЫЙ СУГЛИНИСТЫЙ ЛЕСС.
- СУПЕСЧАНЫЙ ЛЕСС ПРИРЕЧНЫХ РАЙОН.
- ЛЕССОВИДНЫЕ СУГЛИНКИ ПРИДНЕСТРОВСКАГО РАЙОНА
- ЧАСТИЧНО БЕСЛЕССОВЫЙ РАЙОН ДОНЕЦКАГО КРАЖА
- ВЫХОДЫ ОВРУЧСКАГО ПЕСЧАНИКА.
- РЕЧНОЙ АЛЛЮВИЙ.
- ГРАНИЦА ОЛЕДЕНЕНИЯ.
- СЕВЕРНАЯ ГРАНИЦА СПЛОШНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕССА

КИЕВ · ЧЕРНИГОВ · ГЛУХОВ · ЧЕМЕР · НОСОВКА · МАКИЕВКА · ЖИТОМИР · БЕРДИЧЕВ · ДРАБОВ · ВИННИЦА · ХАРЬКОВ · ПОЛТАВА · ЕКАТЕРИНОСЛАВ · ЕКАТЕРИНОДАР · БАХМУТ · ЛУГАНСК · АЛЕКСАНДРОВСК · МОГИЛЕВ · ОДЕССА · ХЕРСОН · БЕРДЯНСК

илистая фракция состоит из частиц различного диаметра от 0,001 мм. и ниже до молекулярных размеров, т. е. примерно до 0,000001 (или до 1 микромикрона) и может быть поэтому сама разбита на отдельные фракции; это разделение илистой фракции, или, так называемый, ультрамеханический анализ, начал входить в употребление лишь в самое последнее время; технически он еще недостаточно разработан и требует для своего производства много времени. Однако, он представляет очень большой интерес для изучения свойств почвы, так как в этой илистой фракции содержится та часть почвы, которая носит название коллоидальной части почвы. Она содержит те вещества почвы, которые находятся в коллоидальном состоянии. Что же такое коллоидальное состояние вещества? Самое простое определение этого состояния, особенно пригодное для наших целей, такое: коллоидальное состояние вещества есть состояние известной степени раздробленности; а именно, если вещество раздроблено таким образом, что частицы его имеют размеры меньшие, чем приблизительно 0,1 микрона (или 0,0001 мм.), и большие, чем размеры его молекулы (т. е. больше примерно 0,001 микрона), то вещество это будет в коллоидальном состоянии. Теперь доказано, что всякое вещество можно получить в коллоидальном состоянии, если только суметь раздробить его в пределах выше указанной степени дисперсности (степень раздробленности иначе называется степенью дисперсности) или наоборот, если суметь у тела, находящегося в молекулярном состоянии, понизить степень раздробленности и довести ее до тех же пределов (т. е. между 0,1 и 0,001 микрона). В настоящее время уже разработан целый ряд методов как той (методы дисперсионные), так и другой (методы конденсационные) категории, и этими методами очень многие уже вещества получены в коллоидальном состоянии; благодаря особым свойствам, приобретаемым веществом в коллоидальном состоянии, очень многие соединения, искусственно полученные в таком состоянии, приобрели весьма широкое применение в различных отраслях техники и медицины. Вследствие этих особых свойств коллоидально раздробленных веществ коллоидальная часть почвы особенно и интересует нас. Каковы же эти особые свойства, приобретаемые веществом тогда, когда степень его раздробленности находится в пределах примерно от 0,1 и до 0,001 микрона?

Главнейшие свойства вещества в коллоидальном состоянии. Внесу прежде всего некоторое ограничение в рассматриваемой нами области. Дело в том, что в коллоидальном раздроблении может быть и твердое, и жидкое, и газообразное тело; таким образом коллоидально-раздробленное тело (так называемая, дисперсная фаза) может быть в любом из этих состояний; мы будем рассматривать лишь случай, когда дисперсная фаза находится в твердом состоянии. Затем дисперсная фаза в природных условиях всегда будет находиться в какой-нибудь среде (так называемая дисперсионная среда): в газообразной (напр., мелкая пыль в воздухе), в жидкой (напр., коллоидальная часть почвы, взмученная в воде) и, наконец, в твердой; первой и последней среды мы касаться вовсе не будем. Таким образом мы будем в дальнейшем иметь дело с такой лишь дисперсной системой: раздробленное твердое тело (дисперсная фаза) в жидкой среде (дисперсионная фаза) и, именно, в воде.

Удельная поверхность. Остановимся прежде всего на величине поверхности коллоидально-раздробленного тела.

Возьмем, напр., кубик из калиевого полевого шпата, ребро которого равно 1 стм.; об'ем его будет 1 куб. стм., а поверхность 6 кв. стм. Если теперь этот кубик разбить на меньшие, имеющие каждый ребро в 1 мм., то получим 1.000 кубиков, с общим тем же об'емом в 1 куб. стм., а с общей поверхностью уже не в 6 кв. стм., а в 60 кв. стм. Таким образом,

когда кубик раздробляется так, что у *получающихся меньших кубиков ребро становится в 10 раз меньше, то сумма поверхностей всех мелких кубиков увеличивается в 10 раз.* Зная этот закон увеличения поверхности при раздроблении, можем вычислить величину общей поверхности всех кубиков, если наш первоначальный кубик с ребром в 1 стм. раздробится на кубики каждый с ребром в 0,0001 мм.; первоначальное ребро уменьшилось в 0,00001 раз, значит, сумма поверхностей всех полученных кубиков с ребром в 0,0001 мм. будет 6 кв. стм. $\times$ 100000 = 600000 кв. стм. или 60 кв. метров. Если ребро кубика уменьшить до высшего предела коллоидального раздробления, т. е. до 0,000001 мм., то общая поверхность всех кубиков увеличится еще в 100 раз, т. е. будет равна 60.000.000 кв. стм., или 6000 кв. метрам. Если назвать удельной поверхностью частное от деления величины поверхности тела, выраженной в кв. стм., на величину об'ема этого тела, выраженного в куб. стм., то, как видим, удельная поверхность целого кубика в 1 куб. стм. будет равна 6, а удельная поверхность всех полученных из него кубиков с размерами ребра от 0,0001 мм. до 0,000001 мм. будет равна от 6×10^5 до 6×10^7. Таким образом, *удельная поверхность тела, если его раздробить коллоидально, чрезвычайно сильно увеличивается и может достигать колоссальных размеров.* Поэтому все те процессы, интенсивность которых находится в зависимости от величины поверхности твердого тела, протекают в таком теле, при его коллоидальном раздроблении, во много раз энергичнее, чем при грубораздробленном его состоянии, и при том тем энергичнее, чем мельче коллоидальное раздробление, т. е. чем степень дисперсности его выше и чем она, значит, ближе к молекулярной. Постараемся применить сказанное к почве.

Роль коллоидальной части почвы в реакциях почвы с почвенной влагой. Ясно, что в отношении плодородия почвы, т. е. в отношении количества содержащихся в почвенном растворе питательных веществ, было бы наиболее благоприятно, если бы все питательные вещества почвы были легко растворимы в воде; но, очевидно, с другой стороны, что такое состояние питательных веществ в почве привело бы к весьма печальным последствиям: во влажных областях эти питательные вещества были бы скоро вымыты из почвы, а в почве остались бы только нерастворимые и непитательные соединения, почва скоро бы стала бесплодной, причем питательное ее богатство не было бы, конечно, использовано растительностью,—ушло бы в моря и океаны; в сухих же областях такая почва оказалась бы, именно вследствие своего большого плодородия, совершенно некультурной; это был бы злостный солончак, растения на нем не могли бы расти, вследствие высокой концентрации питательных соединений. Очевидно, что почва, как подходящая для растений культурная среда, причем среда, расчитанная на многие тысячелетия, должна содержать питательные элементы в виде очень трудно растворимых соединений; в таком направлении и должны были итти процессы образования земной коры на основании законов химического взаимодействия между соединениями; при этом, конечно, должно страдать плодородие почвы. И вот, оказывается, что имеется некоторое среднее состояние между трудно растворимым или нерастворимым в воде твердым телом, горной породой, содержащей питательные элементы, и легкорастворимыми соединениями этих же элементов; это таже труднорастворимая горная порода, но только достаточно мелко распыленная, и когда эта распыленность находится в пределах коллоидальной дисперсности, то в той или другой степени (в зависимости от многих других условий) удовлетворяются оба необходимые условия для развития растений: обеспеченность на длительный период и в достаточной мере в каждый момент растворенными питательными ве-

ществами и такая, сравнительно невысокая концентрация питательных соединений в почвенном растворе, при которой растения могли бы развиваться. Если бы в почве калиевый полевой шпат содержался только в виде кусков размерами, напр., не меньше 1 куб. сантм., то взаимодействие между ними и водою, вследствие малой поверхности соприкосновения, было бы совершенно ничтожно; вода не извлекала бы из него калия, или, вернее, извлекала бы его в таких ничтожных количествах, которые не открывались бы самыми чувствительными методами исследования и которые не могли бы использоваться растениями; таким образом растения в присутствии больших количеств валового калия в почве, т. е. при большом богатстве почвы калием, гибли бы от недостатка его в доступном для них состоянии; почва была бы богата калием, но совершенно неплодородна им. Но по мере раздробления полевого шпата, поверхность соприкосновения его с водой будет возрастать, пропорционально этому будет увеличиваться и результат действия воды—количество калия, извлекаемого водою из полевого шпата; когда степень распыления будет такой, что частички полевого шпата достигнут коллоидальных размеров, то поверхность соприкосновения с водой, а вместе с ней и результат взаимодействия воды и полевого шпата возрастут уже настолько, что, как бы мало ни было то количество калия, которое вода может извлечь из полевого шпата, в случае крупных его кусков, мы получим в водном растворе такие уже его количества, что говорить о бесплодии почвы в отношении калия не придется. Таким образом, чем почва более коллоидальна, т. е. чем больше в ней коллоидально распыленной части, тем энергичнее протекают в ней все реакции, обуславливаемые взаимодействием между почвою, с одной стороны, и почвенной влагой и растворенными в ней соединениями, с другой стороны. *Реакционная способность почвы сосредоточена, по преимуществу, в ее коллоидальной части; чем больше эта часть почвы, чем выше дисперсность этой части, тем более почва деятельна и более плодородна.*

Энергия поверхности. Достаточная степень раздробленности твердого тела в системе: твердое тело и вода, является причиной того, что в такой системе приобретает значение особый вид энергии—энергия поверхности. Под энергией понимается способность производить работу; должна быть, значит на лицо сила, способная производить такую работу. Вот такой силой, обуславливающей энергию поверхности, является сила, возникающая на поверхности соприкосновения, напр., жидкости и твердого тела, так наз., сила поверхностного натяжения, или просто поверхностное натяжение. Способность какой-либо системы, состоящей из твердого тела в жидкости, производить работу за счет этой силы, или энергия поверхности, будет пропорциональна величине поверхностного натяжения в рассматриваемой системе и величине самой поверхности твердого тела; поэтому величина энергии поверхности выражается произведением из силы поверхностного натяжения на величину поверхности. Сила поверхностного натяжения воды есть величина сравнительно очень небольшая. Поэтому в системах, где твердое тело имеет малоразвитую поверхность, вследствие крупнораздробленного состояния (системы макродисперсные), энергия поверхности представляет ничтожную величину; системы эти управляются внутренней энергией (тепловая энергия, электрическая и др.). Если же в системе очень сильно развита поверхность соприкосновения, то произведение из силы поверхностного натяжения (малая величина) на поверхность (очень большая величина), т. е. энергия поверхности, может быть очень значительна. Такой случай имеет место в системах микродисперсных и особенно в ультрамикродисперсных. В этих системах энергия поверхности может значительно преобладать над внутренней энергией, и процессы в этих системах могут управляться глав-

ным образом энергией поверхности. Существование в коллоидальной части почвы этой энергии поверхности делает возможным сильное проявление взаимодействия между твердым телом—почвою и почвенным раствором.

Клеющая способность коллоидов. Коллоидальные частички по величине своей приближаются к молекулам, и тем они ближе к ним, чем выше дисперсность этих частиц; поэтому между коллоидальными частицами проявляется еще притягательное действие молекулярных сил; если две коллоидальные частицы сблизятся между собой в достаточной степени, то они соединятся, дав прочносклеенный аггрегат; если таких частичек будет достаточно, и если размеры их достаточно малы, то они будут не только склеиваться между собою, но смогут явиться цементом, склеивающим более крупные частички; применительно к почве можно сказать, что коллоидально распыленная ее фракция может при соответствующих условиях образовать из себя системы аггрегатов (комочков) и цементировать, как показывают наши исследования, в аггрегаты более крупную часть илистой фракции (частицы размерами между 0,001—0,0001 мм.) и даже мелкую и среднюю пыль (частицы с диаметром от 0,005—0,001 и 0,01—0,005), очень прочные в отношении распыляющего действия воды. *Эта клеющая и цементирующая способность коллоидальной части почвы обуславливает то свойство почвы, которое известно в почвоведении под именем структурности, и которое, как мы увидим ниже, оказывает громадное влияние на физические и агрономические свойства почвы.*

Изменение состояния в коллоидальных системах. Следующим вопросом в изучении коллоидально раздробленного состояния материи, на котором нам надо остановиться, чтобы ясно понимать почвенные процессы, будет вопрос об изменениях, какие могут происходить в коллоидальной системе, состоящей из воды и твердых коллоидальных частиц.

Взятая нами система отличается вообще непостоянством; неустойчивость является характерной особенностью коллоидального состояния вещества; оно чрезвычайно отзывчиво иногда на самые ничтожные изменения внешних условий; даже в условиях полного покоя и возможного постоянства окружающих условий коллоидальная система может изменяться, «стареть». Так, напр., коллоидально взвешенные частички твердого вещества в воде, распределенные там первоначально равномерно, будут постепенно, хотя и очень медленно, в зависимости от своей величины, опускаться под влиянием силы тяжести на дно сосуда. Неустойчивость коллоидальных систем есть результат обладания ими большим запасом свободной энергии в виде энергии поверхности; в таких системах самопроизвольно протекают такие процессы, при которых количество свободной энергии понижается. А понижение свободной энергии поверхности в данной системе может произойти от уменьшения величины тех двух множителей, произведение которых дает эту энергию, т. е. поверхностного натяжения или поверхности коллоидально раздробленного вещества. Нам сейчас интересен последний случай—изменения в состоянии коллоидальной системы (вода и коллоидально раздробленное тело), происходящее с уменьшением поверхности дисперсной фазы.

Свертывание или коагуляция коллоидов. Мы здесь будем иметь в виду главным образом почвенные коллоиды. Если у нас имеется, напр., коллоидально распыленный полевой шпат (или другой какой-нибудь минерал почвы) в воде, то отдельные его частички, находясь в непрерывном беспорядочном движении (Броуновское движение), постоянно будут сталкиваться между собою; ясно, что вследствие молекулярного притяжения между ними, приблизившиеся частички склеились бы между собою, и очень быстро, вместо отдельных коллоидальных частиц, мы получили бы их аггрегаты, которые, достигнув определенной величины, стали бы падать на дно сосуда; произошло

бы то явление, которое носит название свертывания или коагуляции коллоидально растворенных веществ. Если, однако, такое свертывание не происходит, и полевой шпат в продолжении многих лет остается взмученным в воде, то, очевидно, имеется какой-то фактор, мешающий свертыванию, поддерживающий (стабилизирующий) нашу систему в ее состоянии. Таким стабилизатором в коллоидальных системах является электрический заряд коллоидальных частиц. Все коллоидальные частицы в дисперсной системе заряжены одноименным электричеством, или положительным, или отрицательным, что находится в зависимости главным образом от природы коллоидального вещества. Громадное большинство почвенных коллоидов заряжены отрицательным электричеством («отрицательные» коллоиды); из положительно заряженных («положительные» коллоиды) некоторое значение имеют в почвенных процессах коллоидально распыленные гидраты окиси железа и алюминия; поэтому *в общем* почвенные коллоидально распыленные частички нужно отнести к отрицательным коллоидам.

Электрический заряд коллоида предохраняет его от свертывания, потому что одноименно заряженные частички коллоида отталкиваются, что мешает им давать аггрегаты.

Поэтому все те условия или факторы, которые будут увеличивать отрицательный заряд почвенных коллоидально распыленных частиц, будут вместе с тем способствовать сохранению этих частиц в распыленном состоянии; это будут факторы *стабилизирующие*. Обратно, факторы, понижающие отрицательный заряд почвенных коллоидов, препятствуют существованию этих коллоидов в виде отдельных распыленных частиц и способствуют, значит, их свертыванию, образованию из них аггрегатов. Это факторы, *инстабилизирующие* коллоидально распыленное состояние.

К таким инстабилизирующим факторам относятся все *электролиты*, т. е. соли, кислоты и щелочи. Если к коллоидальной системе, состоящей из воды и коллоидально распыленного полевого шпата (отрицательный коллоид) прибавлять раствора любого электролита, то полевой шпат свернется, т. е. даст более крупные аггрегаты, которые упадут на дно сосуда; для того, чтобы электролит подействовал таким образом, концентрация его в воде коллоидальной системы должна быть выше некоторой величины, носящей название *электролитического порога* и зависящей при одном и том же коллоиде от рода электролита, а при разных коллоидах—и от природы коллоидального вещества. Действие электролита здесь можно представить себе так: в водном растворе электралит, напр., $Na_2 SO_4$, распадается на ионы натрия (катионы), заряженные положительно, и ионы серной кислоты (анионы), заряженные отрицательно; положительно заряженные катионы, в данном примере катионы натрия, нейтрализуют отрицательно заряженные коллоидальные частички полевого шпата, стабилизирующее действие электрического заряда коллоида прекращается, и происходит его коагуляция. Таким образом в свертывании коллоидальных частиц принимает участие не весь электролит, а только один из его ионов: если коллоид отрицательный, то катион, если положительный, то анион. *А так, как почвенные коллоидально распыленные вещества в общем, как указывалось выше, имеют отрицательный заряд, то их осаждает катион электролита.*

Осаждающая сила различных катионов не одинакова, т. е. не одинакова у разных катионов та наименьшая концентрация катиона в растворе, при которой он уже свертывает коллоид. Исследование этой концентрации в отношении почвенных коллоидов показывает, что

1) чем выше значность катиона, тем сильнее его осаждающее действие; напр., натрий (металл однозначный) свертывает слабее магния (двузначный), а последний слабее железа (трехзначный);

2) катионы с одинаковой значностью свертывают тем сильнее, чем выше их атомный вес; так натрий (ат. вес 23) свертывает слабее калия (ат. вес 39); магний (ат. вес 24) слабее кальция (ат. вес 40) и т. д.;

3) вышеприведенным законностям не подчиняется катион водорода; хотя он однозначен и с наименьшим атомным весом, но осаждающее действие его сильнее, чем натрия, калия и магния и примерно такое, как у кальция;

4) анион электролита не только не осаждает отрицательно заряженные коллоиды, но противодействует осаждающему действию катиона; противодействие это вообще слабее осаждающего действия катиона, поэтому соль и может осаждать; но среди анионов имеется один, а именно гидроксильный ион OH, т. е. анион щелочей (напр., NaOH), который, между прочим, имеется в растворе соды, и который в очень сильной степени противодействует осаждающему действию катионов, т. е. *является сильным стабилизирующим фактором коллоидального состояния почвенных частиц.*

Осаждающее действие электролитов играет очень существенную роль в физических свойствах почвы. В почвенной влаге всякой почвы растворены различные электролиты (соли натрия, калия, магния и кальция); могут быть в растворе и кислоты, т. е. соединения, имеющие водородный ион, и щелочные соединения, имеющие гидроксильный анион; с другой стороны, во всякой почве мы имеем то или другое количество коллоидальнораспыленных веществ; будут ли эти коллоидальнораспыленные частички во влажной почве находиться в виде отдельных частичек или в той или другой степени, мы будем иметь их в виде агрегатов, все это будет находиться в зависимости, между прочим, от того, какие электролиты из вышеназванных и в каких количествах находятся в почвенном растворе; если почвенный раствор богат ими, то коллоидальные вещества почвы будут в виде агрегатов; если очень беден, то коллоиды будут в виде отдельных мелких частичек; если почвенный раствор кисел, то в нем может содержаться сравнительно мало солей, и коллоиды будут все таки свернуты, потому что катион кислот H обладает очень высокой свертывающей способностью; с другой стороны, если раствор этот щелочен (содержит гидроксильный ион), то солей в растворе должно быть значительно больше для свертывания, чем если бы почвенный раствор был нейтрален. Состояние же коллоидов в почве, т. е. свернуты ли они там или находятся во влажной почве в виде отдельных самостоятельных частиц, чрезвычайно сильно влияет на физические свойства почвы (и, между прочим, на водный и воздушный режим); в зависимости от этого, почва будет вести себя то как менее глинистая (если коллоиды свернуты), то как более глинистая (если коллоиды не свернуты).

Коллоидально распыленные вещества могут свертываться не только при действии на них электролитов, но и под влиянием других факторов; в отношении почв существенное значение имеет свертывание их под влиянием испарения дисперсионной среды, т. е. почвенной влаги. Когда почва высыхает, то ее коллоидальные частички постепенно, по мере уменьшения влаги в почве, *склеиваются* между собою, а если их достаточно в почве, то они, кроме того, склеивают, цементируют и более крупные (неколлоидальные) почвенные частички, и потому сухая почва распадается не на отдельные, составляющие ее механические элементы, а на агрегаты их, на так называемые структурные элементы (или структурные отдельности); величина и форма этих отдельностей находится в зависимости от соотношения между величиной неколлоидальной части почвы (вся часть почвы крупнее 0,0001 мм. или, приближенно можно сказать, крупнее 0,001 мм.) и коллоидальной ее части (часть почвы мельче 0,0001 мм. или, приближенно мельче 0,001 мм., т. е. илистая фракция); кроме того, то и другое зависит от состава не-

коллоидальной части почвы, которая в одних почвах может быть более песчанистой, а в других более глинистой. Ясно, чем крупнее неколлоидальная часть почвы, тем труднее ей сцементироваться в крупные агрегаты, т. е. тем больше в почве должно быть цементирующих коллоидальных веществ; а так как в почвах вообще коллоидальная часть не велика, то песчаные почвы, т. е. почвы с сравнительно большим содержанием частиц больше 0.01 мм., вообще неструктурны; в сухом состоянии они легко распадаются на отдельные, составляющие их зерна (механические элементы) или мелкие комплексы (агрегаты, комочки) их. Структурность есть свойство более мелкозернистых почв, суглинков и глинистых почв. При изложении в дальнейшем агрономических свойств Носовских почв и солонцеватых почв Макиевского Опытного Поля мы подробнее остановимся на структурности и покажем на этих частных случаях громадное значение коллоидальной части почвы в явлении структурности и во всех проявлениях почвы, связанных с этим явлением.

Оптические свойства коллоидальных растворов. Из других общих свойств, присущих коллоидально раздробленному состоянию вещества, мы остановимся только на оптических свойствах.

Граница между частицами коллоидальной величины и более крупными (около 0.1 микрона) приблизительно совпадает с границей, так называемого, «микроскопического видения»; в обычном даже самом сильном микроскопе отдельные коллоидальные частицы не видны; поэтому в таком микроскопе «коллоидальный раствор» или золь, т. е., напр., вода со взвешенными в ней коллоидальной величины почвенными частичками представляется в виде совершенно однородной жидкости так же, как, напр., раствор поваренной соли в воде, т. е. молекулярный (ионный), или «истинный» раствор. Поэтому помощью обыкновенного микроскопа нельзя установить, имеем-ли мы дело с коллоидальным или истинным раствором. В некоторых случаях коллоидальная природа раствора легко устанавливается уже на глаз; так, если в воде находятся во взмученном состоянии минеральные коллоидальные частицы почвы даже высокой степени дисперсности, то, по крайней мере, в известных пределах концентрации жидкость будет на вид мутной; органические же почвенные коллоидальные частицы в воде обычно мути не показывают; такие системы кажутся совершенно прозрачными. Для установления коллоидальной природы раствора может служить особый вид микроскопа, называющийся ультрамикроскопом; предмет рассматривается в обычном микроскопе с приспособлениями, позволяющими производить наблюдение в темном поле зрения при усиленном боковом освещении предмета; при этом коллоидальные частицы, сильно освещаясь, окружаются световым ореолом; получается как бы увеличенная частица, которая и становится поэтому видимой в микроскоп. Но и в ультрамикроскопе при очень мелких коллоидальных частичках не происходит уже расчленения; может появиться только, так называемый, световой конус, а может и он отсутствовать, и коллоидальный раствор будет казаться также оптически однородным, как и молекулярный. В таких случаях наиболее достоверным критериумом коллоидальной природы раствора может служить свертывание его при действии электролитов. Если определенно известно, что взятая соль не может вступать в химическую реакцию с веществом, исследуемым на коллоидальную природу его раствора, и тем не менее прибавка раствора этой соли вызывает осадок в растворе этого вещества, то можно с большой достоверностью считать, что это вещество «коллоидально» растворено в воде, что в растворе это вещество находится не в виде отдельных молекул, а в виде комплексов молекул (коллоидальных частиц). Так, напр., если насытить гумусную почву натрием (см. ниже), обработав ее

раствором хлористого натра, а затем удалить промыванием водою большую часть оставшегося в почве хлористого натра, то при дальнейшем промывании водою начнет переходить в раствор большое количество гумуса в виде гуминово-кислого натра черного цвета. От прибавления к такой черной совершенно немутной жидкости концентрированного раствора поваренной соли, по прошествии некоторого времени, выпадает черный хлопьевидный осадок; так как какой-либо химической реакции между гуматом натрия и хлористым натром представить себе трудно, то раствор гуминовокислого натра в воде приходится считать не истинным, а коллоидальным.

Коллоидальная часть почвы.

Вышеизложенных кратких сведений, относящихся к коллоидальному состоянию вещества, вообще еще недостаточно для понимания тех почвенных свойств и тех почвенных процессов, которые изучались Агрохимическим Отделом Носовской С.-Х. Оп. Станции, и которые в значительной степени связаны с состоянием коллоидальной части изучавшихся почв; нам необходимо прежде ближе познакомиться с этой частью почвы.

Мы знаем, что почва представляет весьма сложную смесь разнообразных органических и минеральных соединений; какие же из этих соединений могут быть в коллоидальном состоянии? Из данного раньше определения этого состояния вещества, как состояния известной степени раздробленности, вытекает, что всякое почвенное соединение, раз степень раздробления его находится в пределах между 0,0001 и 0,0000001 мм., будет находиться именно, в коллоидальном состоянии, а необходимым условием для этого является очень трудная растворимость соединения, поэтому все почвенные соединения, возникающие в почве в процессах всех видов выветривания и отличающиеся очень малой растворимостью в воде, могут в том или другом количестве быть в почве в коллоидальнораспыленном состоянии. Таким образом, в коллоидальной части почвы могут участвовать разнообразные органические соединения, простые и сложные силикаты, кремнекислота, гидраты окиси железа, алюминия, марганца. Из каких, именно, соединений состоит коллоидальная часть данной почвы и в каких количествах каждое из них входит в эту часть, на этот вопрос почвоведение не может еще в настоящее время дать ответа: мало того, мы еще не можем точно определить общее количество коллоидальных веществ почвы; можем лишь приблизительно указать эту величину с разделением ее на органические и минеральные коллоиды; это потому, что и сама коллоидальная химия — наука очень молодая, а изучением почвы с коллоидальной точки зрения в широком масштабе занялись лишь в самые последние годы.

Почвенный поглощающий комплекс. Мы уже упоминали выше о поглощающем почвенном комплексе; коллоидальная часть почвы и представляет собою, именно, этот поглощающий почвенный комплекс; общая величина его в различных почвах очень неодинакова; чем почва более богата гумусом и чем она глинистее, тем больше в ней поглощающий комплекс; у почв песчаных и бедных гумусом величина его может спускаться ниже 1%; у глинистых тучных черноземов она может достигать 50%, а может быть и выше. В Носовских и Макиевских почвах поглощающий почвенный комплекс, вследствие малой их гумусности и свойственного им механического состава (легкий суглинок), очень незначителен; непосредственных определений его еще не имеется, но судя по косвенным данным (напр., по количеству поглощенных оснований и по величине илистой фракции) его в этих почвах всего около 3—4%.

Физико-химическая поглотительная способность почвы. Весьма существенным свойством соединений (как органических, так и минеральных), входящих в состав почвенного поглощающего комплекса, является их (или большинства их) солеобразный характер, т. е. то, что они состоят из катиона (металла или водорода) и аниона (кислотного радикала); это свойство в связи с коллоидальным состоянием этих веществ в почве, придающим им высокую реакционную способность, является причиной того вида [1]) поглотительной способности почвы, которая носит название физико-химической или обменной (или поглотительной способности в тесном смысле этого слова), и которая в почвенных процессах и в свойствах почвы играет весьма важную роль. Благодаря этой поглотительной способности, часть катионов поглощающего комплекса, а именно, катионы тех молекул, которые расположены на поверхности коллоидальных частиц комплекса, могут обмениваться своим местом с катионами солей почвенного раствора или того раствора, с которым приводят почву в соприкосновение; катионы из раствора вступают в коллоидальную частичку поглощающего комплекса (или точнее, в молекулы, расположенные на поверхности частички), а вытесняющиеся ими оттуда в эквивалентном количестве катионы коллоидальной частички переходят на их место в раствор; происходит, одним словом, та реакция, которая в химии носит название реакции взаимного обмена. Те катионы поглощающего почвенного комплекса, которые могут быть вытеснены из почвы, носят название *поглощенных катионов.*

Из законов, управляющих этой реакцией, мы отметим следующие:

1. Реакция взаимного обмена катионами между поглощающим почвенным комплексом и солями раствора протекает моментально; тотчас же после соприкосновения обмен происходит до возможного при имеющихся условиях конца; сколько бы дальше ни оставалась почва в соприкосновении с тем же раствором, дальнейшего обмена происходить уже не будет.

2. Количество поглощенных почвою из раствора катионов в точности эквивалентно количеству вытесненных из почвы катионов; так, если из раствора поглощается натрий, а из почвы вытесняется кальций, то на 23 (атомный вес натрия) единицы поглощенного натрия всегда вытесняется 20 единиц кальция—половина атомного веса кальция (половина потому, что кальций—элемент двузначный, а натрий—однозначный).

3. Количество поглощаемых почвою из раствора катионов находится в зависимости от количества в почве поглощенных катионов, от состава и концентрации катионов раствора, приводимого в соприкосновение с почвою, и от соотношения между количеством почвы и количеством воздействующего на нее раствора.

Нормальные черноземы (т. е. не солонцеватые и недеградированные) содержат в своем поглощающем комплексе только два поглощенных катиона, а именно, кальций и магний, при чем в общем можно считать, что кальция раза в 4 больше, чем магния; абсолютное же количество того и другого будет зависеть от величины поглощающего комплекса, которая в различных черноземах будет различна, так как находится в зависимости от содержания гумуса и от глинистости; в самых богатых черноземах поглощенного кальция содержится около 1% (от веса почвы), а магния, значит, всего около 0,2%. Носовский чернозем, как мы указывали выше, относится к черноземам, бедным поглощающим комплексом, и поглощенных катионов в нем сравнительно мало (около 0,5% Ca и 0,1% Mg).

---

[1]) Различаются несколько видов поглотительной способности почвы. Для наших целей нам нужно остановиться только на физико-химической (или обменной) поглотительной способности.

Вследствие способности поглощенных катионов обмениваться на другие катионы, поглощенные катионы чернозема могут быть заменены любым другим катионом (или любою смесью катионов); для этого нужно только обрабатывать взятую почву раствором соли того катиона, которым желательно заменить естественно присутствующие в почве поглощенные катионы; только надо иметь в виду, что однократного приведения в соприкосновение с почвою взятого раствора недостаточно. На основании закона действия масс, как бы ни была высока концентрация взятой соли, и как бы ни было велико количество ее раствора в отношении количества взятой почвы,—все количество поглощенных катионов почвы не будет сразу замещено катионом раствора; для того, чтобы достичь полного вытеснения поглощенных катионов и замещения их взятым катионом, необходимо обработку почвы раствором соли этого катиона произвести многократно: взболтать раствор с почвой и удалить отработавшую жидкость вместе с продуктами обмена (т. е. образовавшимися растворимыми солями кальция и магния) фильтрацией, после чего почву взболтать с новым количеством раствора и снова удалить отработавшую жидкость и т. д. Число таких обработок будет зависить не только от количества берущегося раствора и концентрации растворенной в ней соли того катиона, который желательно ввести в почву вместо естественно присутствующих в ней поглощенных катионов (как говорят—«насытить почву» этим катионом), но и от природы взятого катиона. Если одно и то же количество почвы взбалтывать с одним и тем же количеством раствора солей различных катионов (напр., с растворами хлористых солей различных металлов) одной и той же концентрации (растворы одной и той же нормальности), то количество поглощенного катиона, (а значит, и количество вытесненных им из почвы поглощенных катионов) из разных солей оказывается неодинаковым. Если назвать количество катиона, поглощаемого почвою из раствора соли при однократной обработке почвы этим раствором—энергией поглощения его почвою, то значит, оказывается, что *энергия поглощения почвою различных катионов не одинакова.* Исследование этой величины в отношении различных катионов показало нам на существование здесь следующих закономерностей:

1. Энергия поглощения катиона находится в зависимости от его значности и величины атомного веса; чем выше значность и чем выше атомный вес катиона, тем энергичнее он поглощается почвой. Поэтому катионы однозначные поглощаются слабее, чем катионы двузначные одинакового атомного веса; а катионы двузначные слабее, нежели катионы трехзначные.

2. Водородный ион представляет исключение из этого правила: хотя он однозначен и обладает наименьшим атомным весом, но поглощается сильнее других однозначных катионов (напр., лития, натрия, аммония) и сильнее даже, нежели двузначные катионы магния и кальция.

Катионы, встречающиеся в почвенной влаге, по величине своей энергии поглощения, располагаются таким образом (в порядке возрастания): литий, натрий, аммоний, калий, магний, кальций, водород, алюминий, железо.

Легко видеть, что величина энергии поглощения почвою различных катионов управляется теми же законами, как осаждающая сила катионов в отношении почвенных коллоидальных веществ (см. выше стр. 21), так как эти два явления—поглощение и осаждение, тесно связаны между собою.

Состав поглощенных катионов в черноземе. Принимая во внимание законы поглощения почвами катионов, легко понять, почему, именно, в черноземных почвах в качестве поглощенных катионов встречаются только кальций и магний и притом кальция всегда значительно больше, чем магния. Тут дело в том, что в черноземной зоне атмосферных осадков, при нормальном

залегании почвы и отсутствии особых привходящих условий, обычно достаточно, чтобы удалять из почвенных горизонтов легко растворимые соли, образующиеся в процессе почвообразования; поэтому соли эти не могли скопляться здесь, и в каждый данный момент концентрация их в почвенном растворе должна была быть очень малой; вместе с тем условия увлажнения этих почв были недостаточными для полного удаления таких труднорастворимых простых солей, каковыми являются углекислый кальций и магний; в нормальных черноземах мы всегда найдем на той или иной глубине в почвенной толще скопления этих углесолей и, главным образом, карбоната кальция; почвенные растворы черноземных почв поэтому насыщены этими солями; почвообразование черноземов шло, таким образом, при очень малом содержании в почвенных водах растворимых солей натрия и калия и высоком, сравнительно, содержании в этих водах катионов магния и особено кальция, поэтому, естественно, что при таких условиях калий и натрий вытеснялись с поверхности мелкораздробленных частиц и замещались, главным образом, кальцием, как преобладающим катионом почвенного раствора, и отчасти магнием. То же должно было происходить и с той частью поглощающего комплекса, которая возникала в этих почвах, как новообразование, путем соединения между собою отдельных окислов кремния, железа и алюминия; образовавшиеся из них частички, находясь в почвенном растворе, богатом ионами кальция и магния, должны были стать насыщенными этими, именно, основаниями.

Солончаковые и солонцовые почвы. Иное должно было произойти в почвенных горизонтах тех мест, где условия увлажнения сложились так, что почвенная влага оказывалась богата легко растворимыми солями. Это же могло случиться там, где количество воды, просачивающееся через почву, (т. е. так называемые «условия увлажнения») было недостаточно, чтобы вымыть глубоко те растворимые соли, которые могли первоначально присутствовать в материнских породах (как, напр., в соленосных отложениях Арало-Каспийского моря) и которые возникли в самом процессе почвообразования; или там, где имелись благоприятные условия для приноса этих солей со стороны (напр., боковым подтоком почвенных вод или поднятием до поверхности почвы грунтовых вод, вследствие приближения последних по условиям рельефа к дневной поверхности); одним словом, или в условиях засушливого климата (напр., в нашей пустынно-степной области), или же даже и при достаточно влажном климате (как в нашей черноземной области), но при подходящих для такого засоления условиях рельефа Почвы, засоленные легкорастворимыми солями, носят название солончаковых почв, а при очень сильной степени засоления —солончаков. Солями, засоляющими солончаковые почвы, являются растворимые соли натрия, кальция и магния (их хлористые и сернокислые соли); соли калия между ними встречаются значительно реже. Нас сейчас интересуют лишь почвы, засоленные растворимыми солями натрия (хлористым и сернокислым натрием), как имеющие непосредственное отношение к почвам района Носовской Станции. Так вот, из того, что было изложено выше о поглощающем почвенном комплексе и о поглотительной способности почвы, должно вытекать, что если, черноземные почвы засолены хлористым или сернокислым натрием, то такие солончаковые почвы должны в своем поглощающем комплексе содержать, в отличие от нормальных черноземов, поглощенный натрий, так как при воздействии почвенного раствора, содержащего хлористый или сернокислый натрий, на чернозем, натрий этих солей будет поглощаться почвою, становясь в поглощающий комплекс вместо кальция и магния, которые будут переходить в раствор; сколько натрия войдет в поглощающий комплекс, и насколько, значит, чернозем обеднится поглощенным кальцием и магнием.—это будет зависеть от степени и характера засоления

чернозема солями натрия. Присутствие в поглощающем почвенном комплексе поглощенного натрия резко изменяет химические и физические свойства почвы, а значит, и агрономические их свойства; но в солончаковых почвах, покуда в них присутствует избыток легко растворимых солей, т. е. покуда они остаются засоленными, эти особые свойства почвы, вызываемые присутствием в ее поглощающем комплексе натрия, не могут проявиться; растворимые соли, если они в достаточном количестве, мешают этому проявлению, каким, именно, образом—это будет пояснено дальше. Для того, чтобы присутствие натрия в поглощающем комплексе могло проявиться, солончаковая почва должна до известной степени рассолиться, большая или меньшая часть засоляющих ее солей должна быть вымыта. *Такие почвы, в поглощающем комплексе которых под влиянием засолявших их солей натрия содержится поглощенный натрий, а сами засоляющие соли в большей своей части вымыты из почвы, носят название солонцеватых почв, а при большом содержании поглощенного натрия—солонцов* Таким образом, если у нас имеется солонцеватая почва или солонец, то можно определенно утверждать, что раньше это была солончаковая почва или солончак, засоленный солями натрия. Солонец есть определенная стадия, определенная фаза почвы, которой предшествовала стадия солончака. Из сказанного следует, что если нормальный чернозем естественно или искусственно засолится растворимыми солями натрия, а затем, обратно, растворимые соли естественно или искусственно будут вымыты из него, то несмотря на это, наша почва не вернется уже в свое начальное состояние нормального чернозема; даже самое кратковременное присутствие в ее почвенном растворе катиона натрия внесет в самое ее существо, в ее поглощающий комплекс, новое поглощенное основание—натрий, который, конечно, не будет вымыт из нее при вымывании растворимых солей; нормальный чернозем, пройдя при засолении стадию солончака, даст после своего рассоления новую стадию —стадию солонца.

Солонцеватая почва или солонец, возникая в природе путем рассоления натриевыми солями засоленной солончаковой почвы или солончака, может, конечно, снова перейти в стадию солончаковой почвы или солончака, раз она снова засолится легкорастворимыми солями. Поэтому в том случае, когда в почве происходят периодически то процессы рассоления, то процессы засоления, то такая почва будет периодически же переходить из одной стадии в другую; всякий натриевый (т. е. засоленный растворимыми солями натрия) солончак в период дождей превращается в верхних своих горизонтах, промытых дождями, в солонец; в засушливую же погоду, когда растворенные соли, вследствие испарения воды, концентрируются у поверхности почвы, получается снова солончак. Ясно, что, в зависимости от условий погоды одна и та же почва не только может быть то солончаком, то солонцом, но и в одно и то же время у одной и той же почвы одни горизонты могут являться солончаковыми, а другие солонцеватыми.

Золи и гели в почвах. В коллоидальной химии различают два состояния коллоидального вещества: 1) коллоидальное вещество в состоянии золя или коллоидального раствора; в этом состоянии частички коллоидального вещества находятся каждая в отдельности во взвешенном в дисперсионной среде (напр., в воде) состоянии; 2) коллоидальное вещество в виде геля; в этом состоянии частички коллоидального вещества связаны между собою, и вещество является в виде осадка того или другого вида; осадок может быть очень об'емистый, содержащий большое количество тесно с ним связанной дисперсионной среды (воды); коллоиды, дающие такие осадки, носят название лиофильных или гидрофильных, а желатинозные их осадки называются истинными гелями или галертами. Но осадок может быть бедным водой, в виде

аморфного порошка; такие осадки даются лиофобными или гидрофобными коллоидами. Между этими двумя крайностями могут быть всевозможные переходы.

Когда происходит коагуляция или свертывание золя под влиянием, напр., электролитов или испарения воды из коллоидального раствора, то получается осадок—гель, того или другого характера, в зависимости от того, с каким коллоидом имеют дело, с гидрофильным или гидрофобным; сам процесс свертывания, в зависимости от рода коллоида, может быть обратимым или необратимым. Коагуляция называется обратимой в том случае, если по удалению причины свертывания, гель снова даст с водой коллоидальный раствор—золь. Так, например, содержащийся в солонцеватых почвах гумат натрия, дающий в воде коллоидальный раствор, свертывается при действии на такой раствор хлористым натрием; получается об'емистый черный гель, богатый водой, значит, мы имеем дело с гидрофильным коллоидом; если теперь слить отстоявшуюся воду, содержащую хлористый натрий, и декантацией промывать гель гумата натрия, то, удалив в достаточной степени хлористый натрий из жидкости, находящейся в геле, переведем осадок снова в золь; процесс коагуляции в этом случае обратимый и сам коллоид—гумат натрия, называется обратимым колоидом. То же получим, если свертывания золя гумата натрия достигнем не действием электролита, а выпариванием воды золя; оставшийся после испарения дисперсионной фазы осадок гумата натрия снова переходит в коллоидальный раствор при прибавлении воды. И здесь гумат натрия ведет себя как обратный коллоид.

Иначе поведет себя золь гумата натрия, если осадить гель не хлористым натрием, а какой-либо растворимой солью кальция; тогда получается осадок, неспособный уже после даже полного удаления из него промыванием прибавленной соли кальция давать с водой коллоидальный раствор: золь в этом случае перешел в необратимый гель; отдельные коллоидальные частички гумата в этом случае настолько прочно склеились в более крупные их аггрегаты, что вода оказывается неспособной их расклеить и дать золь. Дело тут в том, что кальций ион, взятый для осаждения золя, вытеснил с поверхности коллоидальных частичек золя гумата натрия катион натрия и стал на место него; вымыть этот кальций так просто, как можно вымыть из осадка растворимую соль кальция, содержащуюся в жидкости, находящейся в порах осадков, нельзя, и этот кальций все время своего присутствия в гумате не позволяет воде расклеивать аггрегаты коллоидальных частиц органических веществ почвы. Подобно кальцию, ведут себя и другие двузначные (магний) и трехзначные (железо и алюминий) элементы; почвенные органические коллоидальные вещества, содержащие в поглощеном состоянии *двухзначные и трехзначные* катионы, находятся в почве в состоянии *необратимого геля*. Наоборот, почвенные органические коллоиды, содержащие поглощенные *однозначные* катионы (натрий, аммоний, калий), находятся в почве в обратимом состоянии.

Совершенно такие же соотношения показывают и минеральные коллоидальные вещества почвы. Если они содержат поглощенные однозначные катионы (натрий, аммоний и калий), то представляют из себя *обратимые коллоиды:* при высыхании и под действием растворимых солей натрия, калия и аммония они дают обратимые гели, переходящие снова в коллоидальный раствор при действии на них воды. Если же минеральные коллоидальные вещества почвы содержат поглощенными катионы двузначных (кальция и магния) или трехзначных (алюминия и железа) металлов, то они в почве являются в виде необратимых в воде гелей, аггрегатов коллоидальных частиц, не разбиваемых водою.

Поэтому о коллоидальных веществах *в состоянии золя* в почвах, содер-

жащих в своем поглощающем комплексе только катионы двузначных металлов, практически говорить не приходится; золей в таких почвах в сколько-нибудь заметных количествах нет; и это не только в почве в естественном состоянии, где содержание воды даже при полной насыщенности почвы ею, в общем небольшое—максимум процентов до 70 от веса сухой почвы, но и при большом количестве воды, воздействующей на почву. Но отсутствие в почве в сколько-нибудь заметных количествах золей вовсе не указывает на отсутствие в ней веществ в коллоидном раздроблении; они всегда в почве имеются, в большем или меньшем количестве, в зависимости от природы почвы; имеются же они там (подчеркиваю это) в состоянии необратимых гелей. Но, с другой стороны, так же, как нет абсолютно нерастворимых соединений, также не существует абсолютно необратимых коллоидов; все почвенные коллоиды, хотя в самых незначительных количествах, может быть, неуловимых существующими методами исследования, находятся в почвенной влаге в состоянии золей; если они, вследствие очень малого своего количества, в каждый данный момент и не могут играть в почве особой роли, то значение этой формы коллоидального вещества в почве в ее вековых процессах несомненно колоссально; достаточно указать, что передвижение в почве гумусовых веществ и алюмосиликатной части в виде свободных окислов кремния, железа, алюминия и марганца, вымывание их из одних почвенных слоев и скопление в других местах почвенного разреза совершается почти исключительно в виде коллоидальных растворов этих веществ; передвижение этих веществ в каждый данный момент в самых ничтожных количествах создает в конце концов, по прошествии целого ряда лет, ту дифференцировку почвенных слоев, какая наблюдается на почвенных разрезах. Этим же ничтожным количеством золей разнообразных веществ почва обязана образованию в ней новых своих соединений. Тут мы имеем совершенно то же, что и с веществами, находящимися в почвенном растворе не в виде золей, а в виде истинных растворов: напр., соединений кальция, магния, натрия, калия в каждый данный момент в почвенном растворе обычных почв (незасоленных), правда, больше, чем коллоидальных, но также сравнительно очень немного, а в результате мы наблюдаем в наших почвах сильное обеднение этими элементами в одних слоях и накопление их в виде иллювиальных горизонтов в других местах.

Но имеются почвы, содержащие в своих почвенных водах значительно больше коллоидально-растворенных веществ; это почвы, в поглощающем комплексе которых имеется поглощенный натрий, т. е. солонцы и солонцеватые почвы; коллоидальные вещества в этом случае, как мы видели, находятся в виде обратимых гелей, и последние почвенной влагой переводятся в золи. Но так как влаги в почве в каждый данный момент может содержаться сравнительно мало, то и в этих почвах содержание коллоидальных веществ в виде золя, по сравнению с общим содержанием их, невелико. Поэтому и в таких почвах для вымывания из них всей коллоидальной части в общей сумме требуется значительно большее количество просочившейся воды, чем для вымывания легкорастворимых почвенных соединений.

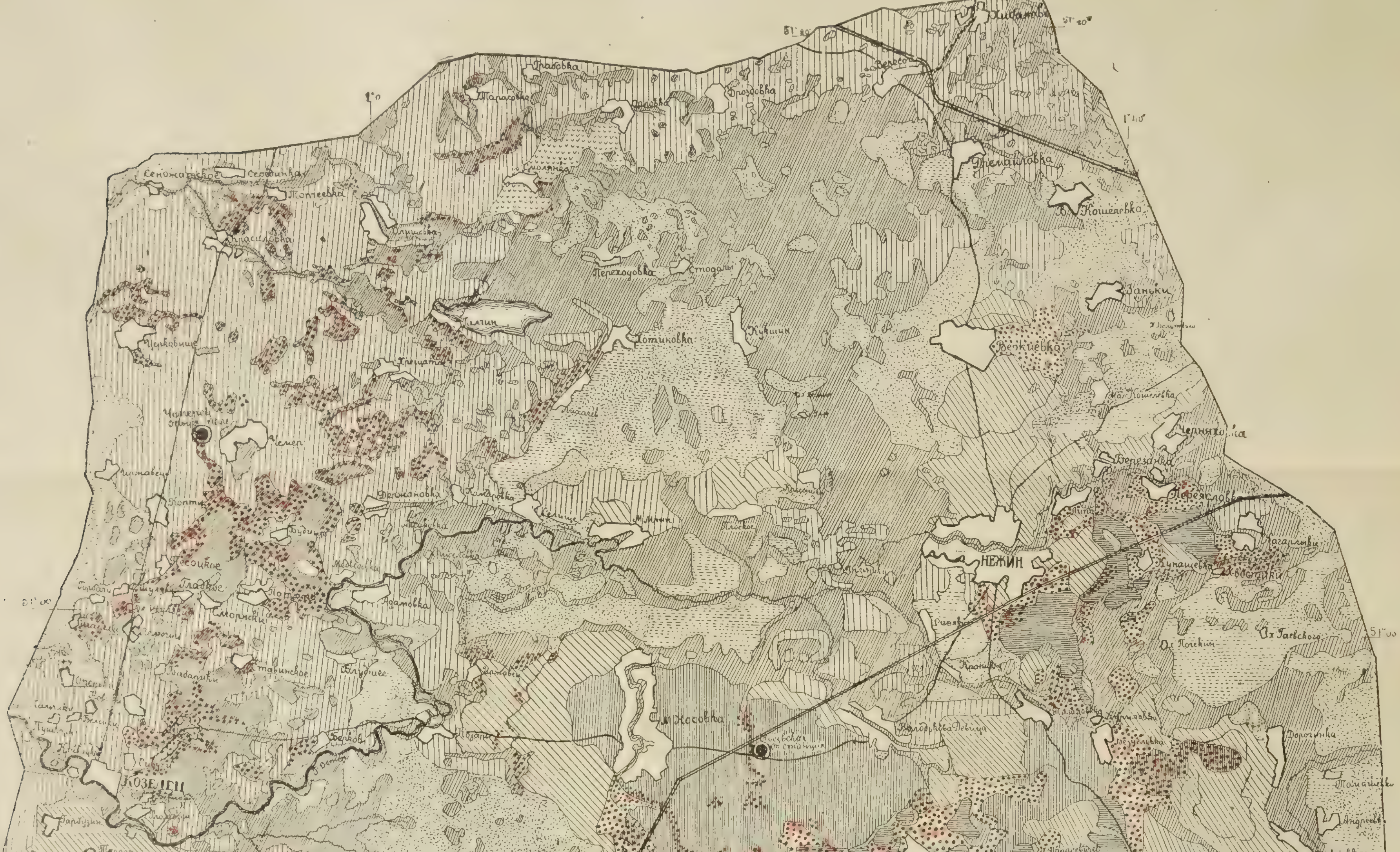
Солонцы и солонцеватые почвы Макиевского Опытного Поля.

Кроме периодических солонцеватых почв и солонцев в природе встречаются постоянные солонцы, т. е. такие, которые не превращаются уже в солончаки, так как те соли, которые когда-то засоляли почву, вымыты из нее так глубоко (унесены, напр. грунтовыми водами), что уже не подымаются в почвенные горизонты при нынешних условиях климата, или же вынесены речными системами в другие места. Как раз такие-то постоянные

ПОЧВЕННАЯ КАРТА

КОЗЕЛЕЦКОГО И НЕЖИНСКОГО УЕЗДОВ ЧЕРНИГОВСКОЙ ГУБЕРНИИ

СОСТАВЛЕННАЯ ПО ИССЛЕДОВАНИЯМ 1904 Г. Б. ПОЛЫНОВЫМ и К. БЕЛОУСОВЫМ



солонцеватые почвы и солонцы занимают видное место в районе Макиевского Опытного Поля. Солончаковых почв в этом районе не встречается; в очень редких случаях констатируется присутствие следов серной кислоты и хлора; грунтовые воды также не засолены; но так как в районе имеются солонцы и солонцеватые почвы, а таковые могли произойти, как мы видели выше, только из почв, бывших в то или другое время засоленными растворимыми солями натрия, то необходимо допустить, что было такое время, когда эти почвы района Макиевки представляли солончаки и солончаковые почвы. Вообще надо сказать, что такое засоление почв, очевидно, было широко распространено в области всего Днепровского ледникового языка (см. карту), представляющего впадину, постепенно понижающуюся к долине Днепра; такое устройство поверхности могло быть причиной бокового стока в эту впадину легкорастворимых солей, образовывавшихся в процессе почвообразования в повышенных западных и восточных боках этой впадины; грунтовые воды должны были поэтому здесь засоляться; а так как, вследствие пониженного рельефа, стояние их в этой впадине было сравнительно близкое к поверхности, то капиллярным поднятием могла засолиться в соответствующих местах и почва этой впадины. На бывшее здесь некогда засоление указывают встречающиеся и ныне в некоторых пунктах этой впадины солончаковые почвы, а, главное, широко распространенные во всей этой области солонцеватые почвы и солонцы. Очеидно, вследствие каких-то причин, засоление прекратилось, и засоляющие соли были вымыты; относительно этих причин можно делать одни только предположения; наиболее вероятным нам кажется такое об'яснение. Как мы указывали выше, источником засолявших Днепровскую впадину легкорастворимых солей, по всей вероятности, были соли, образующиеся в процессе почвообразования в самой впадине и на восточном и западном ее склонах; процесс образования этих солей должен был особенно энергично протекать в начале почвообразования; тогда этих солей образовалось много, и они, концентрируясь в почвах впадины, давали засоленность, которая постепенно уносилась с грунтовыми водами в водную систему Днепра; постепенно энергия почвообразования затухала, количество приносимых со склонов впадины солей уменьшалось, а продолжающийся сток вод, уже бедных солями, мало-по-малу окончательно вымыл соли в воды Днепровской системы.

Солонцеватые почвы Макиевского Опытного Поля приурочены к определенным элементам рельефа. Участок опытного поля имеет слабый уклон с С.-В. на Ю.-З., с падением примерно на 1 саж. на версту в направлении к руслу замершей речки. С.-В. возвышенная часть поля занята нормальным черноземом (быть может, с очень слабыми следами солонцеватости; требующихся для этого выяснения детальных исследований не было возможности еще произвести); по мере же понижения, появляются солонцеватые почвы, сначала спорадически—пятнами, в зависимости от элементов микрорельефа, а затем в Ю.-З. части, к руслу речки, мы уже имеем сплошные солонцы. Таким образом, в зависимости от *макрорельефа, степень* солонцеватости здесь тем выше, чем ниже место; такая связь об'ясняется высотой залегания грунтовых вод и приносом солей из более высоких мест; чем ближе были грунтовые воды к поверхности и чем больше мог быть принос солей с окружающих мест, тем сильнее должно было быть прежнее засоление, а, значит, и последующая солонцеватость.

Зависимость современной солонцеватости от микрорельефа оказывается обратной: повышенные элементы микрорельефа (бугорки) покрыты наиболее солонцеватой почвой; на ровных элементах микрорельефа почвы значительно менее солонцеватые, а отрицательные элементы микрорельефа (впадины, блюдца) покрыты нормальным черноземом (или слабосолонцеватым). Такая картина распределения почв различной степени солонцеватости,

в зависимости от микрорельефа, об'ясняется следующим образом. Высота залегания грунтовых вод в данном случае влиять не могла, слишком для этого ничтожна разность уровней между повышенными и пониженными частями микрорельефа; в данном случае сыграла роль большая испаряющая поверхность бугорков по сравнению с остальными частями микрорельефа, вследствие чего бугорки эти, как фитиль всасывали почвенную влагу из окружающих их мест и подымали отсюда соли на свою поверхность; кроме того, впадины обессоливались еще, вследствие большего поверхностного увлажнения, благодаря стоку сюда атмосферных осадков с повышенных частей микрорельефа. Таким образом наибольшая засоленность должна была получаться на повышенных элементах микрольефа (бугорки), наименьшая — на пониженных элементах (западинки, блюдца) и средняя на промежуточных; параллельно с этим в таком же порядке должна изменяться и степень солонцеватости почв, происшедших из этих солончаковых почв, что мы и видим в действительности.

Почвенный покров полей южной половины Макиевского Опытного Поля представляет сложный комплекс почв разной степени солонцеватости (солонцы и солонцеватые почвы различной степени) и нормального чернозема; детальной почвенной с'емки Оп. Поля еще не имеется, но Агрохимический Отдел Носовской Оп. Станции произвел подробное исследование нескольких профилей микрорельефа, дающее возможность представить себе общую картину зависимости характера и свойств почвы от микрорельефа и отношения возделываемых растений к этим свойствам почвы. Во всех исследованных случаях солонцеватость почвы, которая измеряется количеством поглощенного натрия в поглощающем комплексе почвы, оказалась, именно, в той зависимости от микрорельефа, которую мы изложили выше, т. е. на буграх почвы наиболее солонцеваты, в западинках наименее солонцеваты (или вовсе не солонцеваты), а на ровных элементах микрорельефа по степени солонцеватости почвы занимают среднее место. На различных буграх степень солонцеватости почвы так же, как и в различных западинках, конечно, не одинакова. Сколько-нибудь заметная солонцеватость с точки зрения агрономической явление отрицательное; большинство с.-х. растений весьма чувствительно к ней и трудно мирится с этим свойством почвы. Если взять овес, из наших обычных полевых растений одно из наиболее чувствительных к солонцеватости, то общий вид поля, занятого им, дает совершенно ясную картину микрорельефа поля и связанной с этим микрорельефом степени солонцеватости в различных местах поля; овсяное поле представляет очень пестрый, пятнистый вид: на бугорках имеем пятна очень плохого овса или совершенно голые (в зависимости от степени солонцеватости их), в низинах, наоборот, овес хорошо развит, а в средних элементах микрорельефа и состояние овса среднее. (См. рис. 1).

Одной из существеннейших особенностей солонцов и солонцеватых почв Макиевского Оп. Поля (по всей вероятности, и всех более южных солонцов Днепровского языка и части более северных, по крайней мере района Носовской Станции) является содержание в них углекислого кальция (отчасти и углекислого магния) во всем почвенном разрезе с самой поверхности почвы; исследование определенно показывает, что раз почва здесь заметно солонцевата, она, при смачивании ее кислотой, вскипает с самой поверхности; вообще же несолонцеватые черноземы Макиевки в верхних своих слоях углекислого кальция не содержат, а потому с кислотой не вскипают; горизонт вскипания у них находится на некоторой глубине (в среднем можно считать на 60 стм. от поверхности). Присутствие углекислого кальция в самых поверхностных горизонтах Макиевских солонцеватых почв находится в непосредственной связи с бывшим засолением: почвы эти засолялись не только легко-

растворимыми солями, но и труднорастворимыми углесолями кальция и магния и совершенно по той же причине. Но в то время, как легкорастворимые соли натрия успели уже полностью выщелочиться из этих почв, углесоли кальция и магния, как малорастворимые, остались еще, по крайней мере, местами, даже в самых поверхностных горизонтах.

Рис. 1. Общий вид посева овса на Макиевском Опытном Поле с пятнистостью от солонцеватых пятен. (Человек с лошадью стоят на таком пятне).

В других местах России (напр., на нашем юго-востоке) встречаются солонцы, совершенно не содержащие углесолей кальция в поверхностных горизонтах.

Содержит ли солонец углекислый кальций или не содержит, от этого в значительной степени зависят его агрономические свойства, приемы улучшения и дальнейшая естественная судьба этой почвы.

Свойства солонцов и солонцеватых почв Макиевского Опытного Поля.

Теперь перейдем к описанию свойств Макиевских солонцов и солонцеватых почв.

Все особые свойства этих почв, отличающие их от почв несолонцеватых, как основные (т. е., свойства их, как почвенного образования), так и агрономические, вызываются тем, что в поглощающем их комплексе содержится поглощенный натрий, и степень выраженности этих особых свойств идет параллельно количеству в почве этого поглощенного натрия.

Химические свойства. Прежде всего, остановимся на особенностях в химизме солонцов, обусловленных присутствием в них поглощенного натрия.

Реакция почвенного раствора нормального чернозема слабо щелочная, (т. е., в почвенном растворе содержится гидроксильный ион — OH, но в очень небольшом количестве), так как этот раствор всегда содержит двууглекислый кальций; но это соединение может дать лишь очень слабую, едва уловимую щелочность, которая растительности вовсе не вредна, и даже, наоборот, обыкновенно полезна, так как препятствует образованию в почве кислых соединений (напр., свободной азотной кислоты в процессах нитрификации); но

если щелочность почвенного раствора достигает сколько-нибудь заметной величины, то растения уже страдают, а при дальнейшем повышении ее гибнут. Вот такая щелочность и получается в солонцеватых почвах и солонцах, так как они с почвенной влагой дают сильно щелочное соединение — соду. *Присутствие соды и является характерной особенностью этих почв.*

Образование соды в солонцевых почвах и солонцах, содержащих углекислый кальций (как это имеет место в Макиевских почвах), происходит следующим путем. У нас имеется почва, в поглощающем комплексе которой содержится поглощенный натрий, который, являясь поглощенным катионом, может обмениваться на всякий другой катион, содержащийся в почвенном растворе. С другой стороны, Макиевские солонцы и солонцеватые почвы, как мы видели, уже с поверхности содержат углекислый кальций, который хотя и трудно растворим, но все-таки в литре почвенного раствора при наиболее благоприятных условиях для его растворения может раствориться до 1 гр. $CaCO_3$, т. е., около 0,5 гр. иона кальция; вот этот ион кальция, всегда содержащийся в почвенном растворе Макиевских солонцов, будет, поглощаясь почвою, вытес-

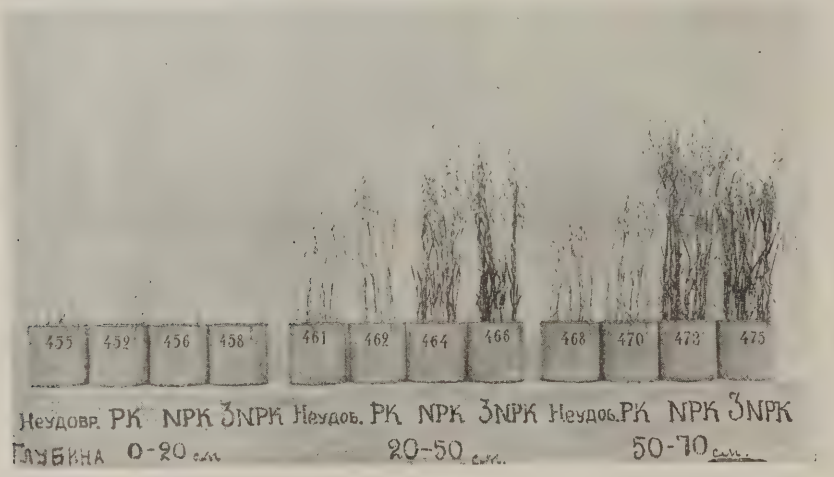


Рис. 2. Пахотный слой почвы с солонцеватого пятна глубиною до 20 стм. не дает почти урожая овса. Внесение минеральных удобрений не помогает. Нижние слои почвы (20—50 и 50—70) стм. более урожайны.

нять из ее поглощающего комплекса содержащийся там натрий; последний, становясь на место кальция в находящийся в почвенном растворе углекислый кальций, будет давать соду; в каждый данный момент содержание соды в почвенном растворе не может быть особенно велико; тут имеется определенный предел для этого содержания, обуславливаемый малой растворимостью углекислого кальция и дальнейшим понижением этой растворимости образующейся содою (на основании химического закона: растворимость всякой труднорастворимой соли, в данном случае $CaCO_3$, понижается в присутствии в растворе другой соли, в данном случае Na_2CO_3, имеющей с первой общий ион, в данном случае, анион CO_3), но и таких количеств достаточно для гибели большинства растений (см. рис. 2). Отметим, что сода образуется и в таких солонцах и солонцеватых почвах, которые не содержат углекислого кальция, так как почвенный раствор всегда содержит растворенную в нем углекислоту, а водородный ион почвенного раствора так же, как ион кальция, способен вытеснять из почвы поглощенный натрий, который в почвенном растворе с углекислотой дает соду; но в этих условиях соды образуется еще

меньше, чем в том случае, когда в почве имеется углекислый кальций; таким образом, мы видим, что в отношении ядовитости почвы для растений, вследствие присутствия соды, такие солонцы, как Макиевские, содержащие углекислый кальций, менее благоприятны, нежели солонцы без углекислого кальция.

Мы видим из вышеизложенного, что *солонцы и солонцеватые почвы всегда содержат соду;* иногда количество ее бывает очень ничтожно (почвы, лишенные углекислых солей кальция и магния), иногда оно значительно выше, например, может достигать нескольких сотых процента (в водной вытяжке), когда в почве содержатся углесоли кальция и магния; в том и в другом случае количество образующейся соды будет находиться в зависимости от богатства почвы поглощенным натрием чем выше его содержание, тем больше может образовываться в почвенном растворе соды) и от содержания в почвенном растворе углекислоты; чем больше в почве будет образовываться углекислоты, тем растворимее будет углекислый кальций, если он в солонце имеется, и тем, значит, больше будет из почвы вытесняться натрия; если же солонец не содержит углекислого кальция, то с увеличением содержания углекислоты в почвенном растворе будет увеличиваться и содержание водородного иона, а значит, и вытесняемого им натрия. В противоположность солончакам, солонцы других легкорастворимых солей, засоляющих почву, или не содержат вовсе, (что мы наблюдаем в Макиевских солонцах), или содержат сравнительно мало; солончаки ж обратно: в них может содержаться очень много других легкорастворимых солей (хлористые и сернокислые соли), соды же они или вовсе не содержат, или содержат значительно меньше, чем солонцы. Об'ясняется это тем, что образованию соды реакцией взаимного обмена натрия поглощающего комплекса на кальций углекислого кальция (или на водород почвенного раствора), препятствует, по закону действия масс, присутствие в почвенном растворе катиона натрия (катиона хлористых и сернокислых солей), и когда концентрация растворимых солей натрия в почвенном растворе выше некоторой величины (сравнительно очень небольшой, так как растворимость углекислого кальция небольшая, а значит и концентрация действующего катиона кальция мала), то вытеснение кальцием натрия из поглощающего комплекса становится невозможной, а потому образования соды не происходит. Поэтому между чистым солончаком, т. е. почвою, засоленною различными легко растворимыми солями, но не содержащей вовсе соды, и между чистым солонцом, т. е. почвою, содержащей соду, но не содержащей других растворимых солей, находятся почвы смешанного характера (солонцы-солончаки), содержащие и небольшое количество соды и другие легко растворимые соли.

Как следует из теории образования соды в почве, солонцы и солонцеватые почвы отличаются от солончаков и в другом еще отношении. Легко растворимые соли солончака легко могут быть вымыты из почвы: для этого достаточно несколько раз промыть почву; при этом, как мы знаем уже, если солончак содержал натриевые соли, то он после промывания превратится в солонец. Уничтожить же соду в солонце таким простым промыванием нельзя; та сода, которая имелась в почве перед промыванием, будет, конечно, выщелочена из почвы водой, но вместо нее тотчас же образуется новое количество соды и примерно столько-же, сколько ее было, вследствие дальнейшего вытеснения из поглощающегося комплекса кальцием углекислого кальция поглощенного натрия: *образование соды в солонце прекратится только тогда, когда весь поглощенный натрий будет вытеснен, достичь чего промыванием почвы чистой водой очень трудно.*

Отметим, что сода в почве может накопляться иногда и в значительной степени, когда для этого существуют соответствующие благоприятные усло-

вия; а именно, если имеется на-лицо боковой подток почвенных вод, содержащих соду, с вышележащих мест или капиллярное поднятие соды с водою снизу. В этом случае притекающая со стороны сода должна расходоваться в почве сначала на полное вытеснение из поглощающего комплекса поглощенных кальция и магния (натрий соды будет поглощаться почвою, а вытесняющиеся из почвы кальций и магний будут переводить анион CO_3 в нерастворимый углекислый кальций и углекислый магний); сода будет таким образом «исчезать» из почвы; и только тогда, когда поглощающий почвенный комплекс будет вполне (или почти вполне) насыщен натрием, притекающая со стороны сода начнет накопляться в почве. Отметим тут кстати, что выводы, делавшиеся до сих пор почти всеми исследователями, изучающими ядовитость растениям соды методом внесения различных ее количеств в нормальные почвы,—неправильны, так как исследователи не принимают во внимание «исчезновения» соды, как таковой, из почвы и перехода ее в углесоли кальция и магния с поглощением натрия; в результате таких опытов на растения воздействуют только те ничтожные количества соды, которые остаются в почве; а поэтому получается такая картина, что сода в почвенных культурах якобы мало вредна растениям, и что хлористый и сернокислый натрий более ядовиты; между тем, как песчаные и водные культуры, где «исчезновение» соды не имеет места, показывают, и совершенно правильно, как раз обратное: из всех солей, встречающихся в солончаках и солонцах, сода наиболее ядовита для растений. Нужно при этом иметь виду, что сода в почве может быть в двух видах: в виде так называемой нормальной соды — Na_2CO_3 и двууглекислой— $NaHCO_3$; первая, как сильно щелочное соединение, значительно вреднее, нежеле вторая; в почве эти два соединения очень легко переходят одно в другое; так, напр., при избытке в почвенном растворе и воздухе углекислоты нормальная сода в большей своей части перейдет в двууглекислую и обратно.

Таким образом мы видим, что основная особенность солонцев и солонцеватых почв в отношении их химических свойств по сравнению со всеми остальными почвенными типами, а именно, содержание в их поглощающем комплексе поглощенного натрия при отсутствии в почве сколько-нибудь заметных количеств хлористых и сернокислых солей натрия, кальция и магния, является причиной другой особенности в химизме их, причиной образования в почвенном растворе этих почв соды, что делает эти почвы весьма неблагоприятными в агрономическом отношении. То же основное свойство солонцев и солонцеватых почв является причиной физических особенностей этих почв, особенностей также весьма неблагоприятных в агрономическом отношении. Мы теперь и перейдем к описанию физических свойств солонцов и выяснению их причин.

Физические свойства. Когда солонцеватая почва, причем солонцеватая в самых своих поверхностных слоях (каковы солонцы Макиевского оп. Поля) просохнет, то она растрескивается на поверхности с образованием крупных структурных элементов (глыб, комьев), величина которых тем больше, чем солонцеватее почва; эти структурные элементы отличаются очень большой прочностью и с большим трудом поддаются раздроблению; таким образом солонцеватые почвы в сухом состоянии отличаются грубой и очень прочной структурой; такое свойство, очевидно, уже само по себе является неблагоприятным в сельско-хозяйственном отношении (затруднительность обработки почвы в сухую погоду, разрыв корней растений при высыхании почвы). В мокром состоянии такие почвы, обратно, являются бесструктурными; та связь в структурном элементе солонца, которая является очень прочной в его сухом состоянии, оказывается совершенно непрочной в его мокром состоянии: вода, постепенно проникая в сухую глыбу солонца, уничто-

жает эту связь, и глыба расплывается на составляющие ее механические элементы, которые в солонцах оказываются очень мелкими; получается бесструктурная липкая, сильно клеющая масса, с трудом пропускающая воду и воздух и только чрезвычайно медленно капиллярно подымающая снизу воду; солонцы поэтому имеют вообще склонность к заболачиванию; в природе мы и видим, действительно, непосредственную связь между солонцеватостью и заболоченностью: сильно просохший в поверхностном горизонте солонец, вследствие его грубой структурности, дает ряд трещин; выпадающие атмосферные осадки проникают через эти щели; но на некоторой глубине (обычно небольшой) щели эти исчезают, так как почва там влажная, а потому бесструктурная; а так как эти бесструктурные горизонты очень трудно проницаемы для воды, то происходит застаивание воды—заболачивание. Одним словом, солонцеватая почва в физическом отношении приближается к тяжелым глинистым почвам, а между тем почвы, рядом лежащие, происшедшие из той же материнской породы, но не подвергшиеся в прежние времена засолению и не ставшие поэтому теперь солонцеватыми (или, наоборот, лишившиеся уже солонцеватости, о чем см ниже), оказываются по своему механическому составу легкосуглинистыми. Как раз это имеет место на Макиевском Оп. Поле: несолонцеватые почвы северной повышенной части поля по механическому своему составу относятся к легкосуглинистым почвам, а солонцы южной части, именно, потому, что они солонцы, по своим физическим свойствам и связанным с ними водным и воздушным свойствам ведут себя, как тяжелые глинистые почвы. Чтобы разобраться в причине этого явления, нам опять приходится вернуться к свойствам поглощающего почвенного комплекса.

Зависимость физических свойств почвы от состава поглощенных катионов. Поглощающий почвенный комплекс состоит, как мы видели, из частиц коллоидальных размеров, т. е. диаметр их находится примерно в пределах от 0,0001 м.м. и до 0,0000001. Если мы возьмем нормальный чернозем, т. е. почву, поглощающий комплекс которой не содержит поглощенного натрия, а только поглощенные кальций и магний, то действуя на такую почву водою, мы почти не получим из этой почвы, даже при большом содержании в ней поглощающего комплекса (напр. до 30% от веса почвы), отдельных коллоидальных частиц; это указывает на то, что *коллоидальные частицы нормального чернозема находятся в нем не в свободном, отдельном одна от другой, состоянии, а образуют между собою и вместе с более крупными почвенными частицами, аггрегаты значительно большей величины,* в которых цементирующим веществом являются клеющие коллоидальные частички поглощающего комплекса; оказывается, что клеющая сила этих коллоидабльных веществ почвы, когда поглощающий комплекс насыщен только кальцием и магнием, настолько прочна, что вода может разбить структурные элементы чернозема не до конца, не до первичных отдельных коллоидальных частиц, а лишь до их аггрегатов, правда, более мелких размеров, чем первоначальные, существовавшие в сухой почве, но все-таки не до коллоидальных; *вода в таких почвах разрушает макроструктуру, но почти не в состоянии разрушить микроструктурные элементы.* Не то получается в том случае, когда в поглощающий комплекс того-же чернозема искусственно или естественно вступит натрий вместо кальция и магния; тогда клеющая способность коллоидальных частиц оказывается очень непрочной в отношении действия воды; под действием воды почвенные аггрегаты расклеиваются, распускаются до конца, до отдельных, составляющих их частичек; почва во влажном состоянии вместо смеси отдельных крупных частиц и микроструктурных элементов, в которых связаны отдельные коллоидальные частички (состояние нормального чернозема), дает смесь, содержащую свободные кол-

лоидальные частички. В почвах, поглощающий комплекс которых насыщен только кальцием и магнием (нормальные черноземы), во влажном их состоянии мы почти не имеем отдельных (свободных) коллоидальных частиц, они собраны в более крупные аггрегаты; *в почвах же, в поглощающем комплексе которых имеется натрий (солонцеватые почвы и солонцы), во влажном их состоянии большая или меньшая часть коллоидальных частиц* (в зависимости от степени насыщения поглощающего комплекса натрием, т. е. от степени солонцеватости почвы) находится в свободном состоянии; вследствие этого, несолнцеватые черноземы имеют как бы более крупнозернистый состав, а те же черноземы, став солонцеватыми или солонцами, получают более глинистый состав, становятся более коллоидальными. Коллоидальная часть почвы, когда отдельные ее частицы не свернуты в аггрегаты, проявляет одно очень интересное и вместе с тем очень неблагоприятное агрономическое свойство: она приобретает способность сильно набухать в воде; между почвенными частичками коллоидальных размеров и молекулами воды имеется очень сильное притяжение; каждая такая частичка, вследствие этого притяжения, окружается слоем воды, удерживаемым частичкой с очень большой силой; поэтому влажные коллоидальные частички в почве примыкают друг к другу и к другим более крупным почвенным частичкам не непосредственно, а своими водными оболочками, что, конечно, увеличивает об'ем почвы; вытеснить эту воду, вследствие прочной связи ее с коллоидальными частичками, очень трудно, поэтому почва становится чрезвычайно трудно проницаемой для воды, так как вода атмосферных осадков, чтобы пройти через слой такой почвы, должна сначала вытеснить эту прочносвязанную воду. По причине той же прочной связи воды с коллоидальными почвенными частичками, влага эта мало доступна корням растений; растения на сильно коллоидальной почве, даже при очень высоком проценте влажности почвы, могут страдать от недостатка доступной воды.

Различны физические свойства почв с поглощающим комплексом, насыщенным только кальцием и магнием, и с поглощающим комплексом, содержащим натрий, не только во влажном, но и в сухом состоянии. Когда высыхает несолонцеватый чернозем, то его микроструктурные элементы (мелкие комочки, аггрегаты коллоидальных частиц) будут цементировать более крупные механические элементы почвы и давать макроструктуру; но так как величина этих мелких комочков, по сравнению с величиной свободных коллоидальных частиц, значительно большая, то клеющая способность их невелика; макроструктурные элементы получаются сравнительно небольшой величины (зернистая, мелкокомковая структура) и рыхлого сложения. Не то получается при высыхании солонцеватых черноземов и особенно солонцов. Так как коллоидальные частички в них в том или другом количестве находятся в свободном состоянии, то клеющая их способность велика; цементируя остальные почвенные механические элементы, они создают в таких почвах, при высыхании их, крупную структуру, обладающую притом большой прочностью.

Таким образом, если сравнивать влияние поглощенного натрия на физическое состояние поглощающего комплекса почвы, а, значит и на самую почву, содержащую таковой комплекс, с влиянием поглощенного кальция и магния, то можно сказать, что *присутствие поглощенного натрия в почве повышает ее коллоидальность,* так как способствует распылению поглощающего комплекса, повышает степень его дисперсности; *поглощенный же кальций понижает коллоидальность почвы.* С точки зрения сельско-хозяйственной такое действие поглощенного натрия, как видно, из вышеизложенного, нужно рассматривать, как явление очень неблагоприятное. Таким образом, присутствие поглощенного натрия в почве, (т. е. солонцеватость почвы), если рассматри-

вать почву, как культурную среду для растений, вредно и в отношении химических и в отношении физических свойств почвы. Наоборот, полное насыщение поглощающего комплекса кальцием и магнием (может быть, вернее сказать, почти полное) оказывается наиболее благоприятным в агрономическом отношении; в этом случае почва может содержать очень много коллоидальных частиц, ее поглощающий комплекс может достигать большой величины, вследствие чего почва будет очень деятельна, будет обладать очень благоприятной структурой (о чем подробнее будет изложено при описании агрономических свойств Носовских почв), а вместе с тем отрицательного влияния большой коллоидальной части проявляться вообще не будет.

Мы указывали раньше, что почвенный поглощающий комплекс состоит из коллоидально распыленных минеральных и органических соединений. Во всех вышеописанных свойствах солонцов и солонцеватых почв принимают участие обе эти части поглощающего комплекса; обе они участвуют в образовании соды, обменивая свой поглощенный натрий на кальций углекислого кальция, и в создании неблагоприятных физических свойств. Обе они, вследствие присутствия в них поглощенного натрия, при действии воды коллоидально распыляются. Распыление органической части поглощающего комплекса (гуматной части почвы) при этом настолько энергично, что она с водою дает совершенно прозрачные, окрашенные гумусом растворы; коллоидальные частички гумуса в этих растворах очень мелки и свободно фильтруются через самую плотную фильтровальную бумагу и не задерживаются при фильтрации через слой почвы. Степень окрашенности таких водных растворов гуматной части находится в зависимости от степени солонцеватости почвы: чем последняя выше, тем темнее водный раствор. Макиевские солонцы невозделываемых южных частей поля дают совершенно черные водные растворы; то же получается и из бесплодных солонцоватых пятен полей Опытного Поля; менее солонцеватые почвы Опытного Поля дают более слабо окрашенные растворы до светло-желтых; почвы же Поля вовсе несолонцеватые дают почти бесцветные водные растворы, так как поглощающий почвенный комплекс и в том числе и гуматная его часть у этих почв, как не содержащий поглощенного натрия, находится в виде прочных, не распыляющихся водою агрегатов.

Признаки солонцеватых почв. Вышеперечисленные особые свойства солонцов и солонцеватых почв (я здесь говорю только о солонцах типа Макиевского Оп. Поля, т. е. содержащих уже с поверхности углекислый кальций) дают возможность сравнительно легко распознать их в природе, если только солонцеватость их выражена сколько-нибудь значительно. Признаками, указывающими солонцеватые пятна среди окружающего несолонцеватого чернозема, будут следующие:

1) Цвет. И в сухом и особенно во влажном состоянии солонцеватые почвы всегда темнее окрашены, нежели окружающие черноземы.

2) Структурность. В сухом состоянии солонцеватые почвы дают более крупные структурные элементы, а главное, эти элементы значительно более прочны, труднее разбиваются, нежели структурные отдельности несолонцеватого чернозема. При сильной солонцеватости комья почвы тверды, как камень.

3) Клейкость. Во влажном состоянии солонцеватые почвы вязки и обладают большей мажущей, клеющей способностью, чем нормальные черноземы, и при растирании между пальцами производят впечатление большей глинистости.

4) Отстоявшаяся на поверхности или отфильтрованная почвенная вода или искусственная водная вытяжка окрашены гумусом значительно сильнее,

чем в случае несолонцеватого чернозема. По степени окраски можно судить и о степени солонцеватости.

5) Повидимому, все сколько-нибудь заметно солонцеватые почвы Днепровского языка имеют очень высокий горизонт вскипания, часто подымающийся к самой поверхности почвы. Поверхностное вскипание почвы с кислотой, или очень близкое от поверхности, может служить одним из признаков солонцеватых почв.

6) Фильтрация водной вытяжки и скорость отстаивания почвы, взболтанной с водой, также являются признаками, по которым очень легко отличить солонцеватый от несолонцеватого чернозема; в первом случае и то и другое происходит заметно медленнее, чем у несолонцеватых почв; поэтому, если имеется для сравнения заведомо несолонцеватая местная почва, то сравнение хода отстаивания и скорости фильтрации водной вытяжки из определяемой почвы и из несолонцеватой—даст требуемое указание.

7) Застаивание атмосферных осадков в том или другом месте, по сравнению с окружающими пространствами, также может быть указанием при общей однородности материнской породы (каковой в большей части Днепровского языка является сравнительно легко проницаемый лесс) на солонцеватость почвы.

8) Состояние посевов. Пятнистый характер поля с плохим ростом на отдельных пятнах является одним из верных признаков солонцеватости почвы на этих пятнах. Конечно, плохое состояние растений может обусловливаться также солончаковатостью почвы; но солончаковые почвы, повидимому, редко встречаются в Днепровском языке, а затем они не будут показывать признаков, перечисленных в предшествующих пунктах, и, вообще, легко могут быть констатированы или качественными реакциями водной вытяжки на хлористые соли (белый осадок при прибавлении азотнокислого серебра) и сернокислые соли (белый осадок при прибавлении хлористого бария) или по быстрому отстаиванию и быстрой фильтрации водных вытяжек (более быстрому, чем у нормальных черноземов) и неокрашенности фильтрата.

Дальнейшая эволюция солонцов и солонцеватых почв. Как мы видели, солонцеватость есть следующая стадия почвы после засоленности ее легкорастворимыми натриевыми солями. Но сама эта стадия не является особенно устойчивой, если сравнивать, напр. ее устойчивость с устойчивостью нормального чернозема. Как известно, главным фактором почвообразования вообще и тех изменений, какие могут происходить в существующих почвах, является степень их увлажнения, т. е. то количество воды, которое просачивается через почву, и глубина промывания почвы. Но действие этой просачивающейся воды на почвы, не содержащие легко растворимые соли, напр., на нормальные черноземы, очень мало интенсивно; растворение трудно растворимой силикатной части и гумуса, а также их разложение идет сравнительно очень медленно. Та скорость, с которой совершается изменение солонцеватого чернозема, несравненно гораздо большая, нежели скорость изменения нормального чернозема. Те процессы, которые происходят в нормальном черноземе под влиянием промывающей его воды, носят общее название *деградации чернозема;* под влиянием этих процессов чернозем очень постепенно и очень медленно переходит в почвы подзолистого типа. Разрушение органической и алюмосиликатной части солонцов и солонцеватых почв, их деградация под влиянием просачивающейся воды протекает гораздо быстрее; в результате могут получиться почвы также подзолообразные, так называемые «солоди»; с таким конечным результатом протекает деградация солонцов, не содержащих углекислого кальция; таково происхождение солодей, напр., Воронежской, Тамбовской губ., а также Юго-Востока России. Возможно, что такой же процесс имел место и в самой северной части Дне-

провского языка, чему у нас теперь имеются непосредственные доказательства. Процесс деградации солонцов и солонцеватых почв, содержащих углекислый калий, т. е. солонцеватых почв Макиевского Оп. Поля и более южной части Днепровского языка, шел и в настоящее время идет несколько иначе. Если в результате деградации безкарбонатных черноземных солонцов получается устойчивая стадия в виде подзолообразных солодей, почв, резко отличающихся и по внешним и по внутренним своим признакам от рядом залегающих черноземов, не прошедших стадии засоления, то в результате деградации карбонатных солонцов и солонцеватых почв, после окончательного исчезновения в них солонцеватости, мы будем иметь, в качестве устойчивой уже стадии, почвы очень близкие к первоначальному черноземy.

Причиной неустойчивости солонцеватого типа почвы является тот же поглощенный натрий, содержащийся в поглощающем их комплексе, присутствие которого в этих почвах обуславливает вообще все особые их свойства. Мы видели, что поглощенный натрий в почве делает ее поглощающий комплекс очень доступным распыляющему действию воды; поглощающий комплекс распадается на составляющие его коллоидальные частицы; органическая его часть распыляется при этом так мелко, что получающиеся коллоидальные растворы гуминовых веществ свободно фильтруются через почву; таким образом из почвы постепенно вышелачивается эта часть поглощающего комплекса; если сравнить, напр., содержание коллоидально растворенных органических веществ в водной вытяжке из солонцов Макиевского Оп. Поля с содержанием этих же веществ в водной вытяжке из несолонцеватых черноземов этого Оп. Поля, то оказывается, что из первых почв вода растворяет раз в 200 больше гумуса, чем из вторых; ясно, что вышелачивающее действие воды значительно сильнее в солонцеватых почвах, чем в нормальных черноземах, и что в то время, как атмосферные осадки успеют вынести из солонцеватого чернозема всю гуматную часть, насыщенную натрием, из нормального чернозема будет вышелочено лишь небольшое количество гумуса. Солонцеватые почвы, таким образом, сравнительно очень быстро могут лишиться органического поглощающего комплекса, поскольку он насыщен натрием.

Но коллоидально распыляется водою не только гуматная часть поглощающегося комплекса, но и его алюмосиликатная; в таком раздробленном состоянии она также отчасти может вымываться из почвы; но, повидимому, вымывание в этом случае не может сравниться с вымыванием гуматной части; очевидно, степень дисперсности коллоидальной алюмосиликатной части не так велика, как гуматной (не нужно забывать, что пределы размеров коллоидальных частиц очень широки, от 0,0001 и до 0,0000001 м.м., так что коллоидальные частицы по своим размерам могут очень сильно разниться между собою). Произведенные нами исследования устанавливают, что очень энергичное действие воды на алюмо-силикатную часть почвенного поглощающего комплекса, насыщенного натрием, выражается главным образом не в вымывании ее из почвы, как таковой, а в разрушении ее с выделением свободных окислов кремния, алюминия и железа, которые уже в виде высокодисперсных коллоидальных растворов вышелачиваются из почвы вниз; при чем имеются особенно благоприятные условия для вымывания коллоидальных растворов гидратов окиси железа и алюминия; коллоидально же растворенная кремнекислота в той или другой части свертывается на месте ее освобождения из алюмосиликати, переходя в аморфную кремнекислоту. Таким образом, в то время как вода почти вовсе не разрушает алюмо-силикатного поглощающего комплекса в нормальных черноземах, а в деградированных черноземах разрушает его лишь очень слабо и медленно,—в солонцах и в солонцеватых почвах разрушение его, поскольку он содержит поглощенный нат-

рий, идет очень энергично и быстро, причем почва обедняется железом и алюминием и относительно обогащается аморфной кремнекислотой; поэтому характерным признаком почв, происшедших путем деградации солонцов (только безкарбонатных[1]), отличающим их от сходных с ними первичных подзолов и вторичных подзолов, происшедших путем деградации нормальных черноземов, является повышенное в них содержание аморфной кремнекислоты [1]). Такое энергичное и быстрое разрушение водою алюмо-силикатного поглощающего комплекса солонцов и солонцеватых почв об'ясняется тем, что под влиянием присутствующего в этой части почвы поглощенного натрия комплекс этот во влажной почве коллоидально распылен, вследствие чего получается громадная поверхность взаимодействия его с водою.

Таким образом из вышеизложенного мы видим, что деградация в природе солонцов и солонцеватых почв, не содержащих углекислого кальция, происходит сравнительно очень быстро и сопровождается разрушением и выщелачиванием той части поглощающего комплекса почвы, как органического, так и минерального, которая содержит поглощенный натрий. В результате получается почва несолонцеватая, но вместе с тем лишенная той или другой части поглощающего почвенного комплекса и тем большей части, чем полнее первоначальная почва была насыщена натрием. *Уничтожение очень вредной в агрономическом отношении солонцеватости достигается при этом природном процессе очень дорогою ценою, — уничтожением частичным, а иногда и полным* (в солонцах, поглощающий комплекс которых насыщен натрием) *самой существенной и самой ценной части почвы, — ее поглощающего комплекса.*

Естественное рассолонцевание происходит и в солонцах, содержащих углекислый кальций, и происходит на том же основании и не менее быстро, чем в безкарбонатных солонцах, но в этом случае столь вредное в сельскохозяйственном отношении разрушение поглощающего комплекса не может итти так далеко: во время воздействия воды на такие солонцы все время происходит вытеснение кальцием находящегося в растворе углекислого кальция натрия поглощающего комплекса; таким образом в карбонатных солонцах их поглощающий комплекс становится постепенно все более и более недоступным разрушительному действию воды; рассолонцевание происходит в этом случае и вследствие частичного разрушения поглощающего комплекса и вследствие частичного превращения его из насыщенного натрием в насыщенный кальцием. Исследования показывают, что в этом процессе идет главным образом разрушение гуматной части поглощающего комплекса, алюмо-силикатная же часть страдает значительно слабее; в результате получается рассолонцеватая почва, в общем близкая по химическому своему составу к окружающим ее черноземам, не бывшим солонцеватыми, и значительно менее обесцененная в сельско-хозяйственном отношении, нежели в случае безкарбонатных солонцов. В этом отношении Макиевские солонцы и сильно солонцеватые почвы, как содержащие углекислый кальций, имеют громадное преимущество перед безкарбонатными солонцами; их будущее не так безнадежно.

Генезис несолонцеватых почв района Носовской Опытной Станции. В связи с рассмотрением вопроса о судьбе Макиевских солонцов и солонцеватых почв мы коснемся в нескольких словах вопроса о генезисе несолонцеватых черноземов Макиевки и вообще района Носовской Оп. Станции. Раз в окрестностях Макиевки имеются в настоящее время солонцы и солонцеватые почвы разной степени солонцеватости и раз в настоящее время констатирует-

[1]) Такое обогащение почвы аморфной кремнекислотой констатировано нами в подзолообразных почвах Чемерского опытного поля, лежащего в сев. части Днепровского ледникового языка.

ся естественный процесс их рассолонцеватости, в конечном итоге которого должны получаться несолонцеватые почвы, но также черноземного типа, то есть полное основание предполагать, что и нынешние несолонцеватые черноземы Макиевки прошли через стадию солонцеватости; но или степень этой бывшей солонцеватости была у них ниже, чем она была в то же время у нынешних солонцеватых почв (черноземы возвышенной части Макиевки), или условия промывания были там лучше, чем у почв, оставшихся и ныне солонцеватыми (западины и блюдца в пониженной части Макиевки). А так как и в окрестностях Носовской Опытной Станции и вообще в районе всего Днепровского языка, в настоящее время имеются солонцеватые почвы, также постепенно рассолонцовывающиеся, то можно предполагать, что вообще почвы этого языка были раньше солонцеватыми, что они являются деградированными солонцеватыми почвами, «вторичными черноземами»; при таком допущении будет понятно сравнительно малое содержание в них гумуса и отчасти железа, при сравнительно все таки сухом климате (атмосферных осадков 460 мил. в год и ниже).

Повидимому, не только черноземные почвы области Днепровского ледникового языка являются деградированными солонцеватыми почвами, но таково же происхождение, по всей вероятности, и лесных суглинков и подзоловидных почв самой северной части этой области. Такое заключение можно сделать из наших предварительных исследований почв Чемерского Опытного Поля, лежащего в этой части области.

Улучшение солонцеватых почв. Для культуры большинства сельско-хозяйственных растений заметно солонцеватые почвы мало пригодны; сильно же солонцеватые и тем более солонцы и вовсе не пригодны. Таким образом, почвы эти нуждаются в улучшении. Вопрос о мелиорации солонцов (а также тесно связанный с ними вопрос о мелиорации солончаков) давно уже занимает сельских хозяев и опытные учреждения тех местностей Европы, Азии, Америки и Африки, где распространены почвы этого типа. Но только в самое последнее время, в связи с выяснением генезиса этих почв и основной причины их особых свойств, вопрос о мелиорации солонцов становится на твердую почву.

При рассмотрении этого вопроса, необходимо помнить, что все особенности солонцов, столь неблагоприятные для сельско-хозяйственной культуры, вызываются присутствием в поглощающем комплексе их поглощенного натрия, и затем, что наиболее желательным, в агрономическом отношении, поглощенным катионом в почве является кальций. Отсюда непосредственно вытекает, что коренное улучшение солонца будет достигнуто тогда, когда весь его поглощенный натрий будет замещен кальцием (см. рис. 3) Затем, на основании законов поглотительной способности почвы, следует, что такая замена может быть произведена, если почва будет промываться растворами, содержащими какую-нибудь соль кальция, при непременном условии удаления дренажем отработавших вод, содержащих продукты обмена (т. е. соль натрия и того аниона, соль кальция которого находилась в промывающем почву растворе). Практически наиболее подходящею для этого солью кальция является сернокислый кальций (гипс); это самая дешевая соль кальция, она достаточно для данной цели растворима в воде, а с другой стороны, она не сильно растворима и потому не будет без надобности особенно сильно вымываться из почвы, а, кроме того, ее анион (серная кислота) представляет необходимое для растений питательное вещество, а при избытке он менее вреден, чем, напр., ион хлора. Таким образом, внесением в почву достаточного количества гипса и орошением почвы с удалением промывающих вод можно достигнуть полного уничтожения солонце-

ватости почвы. Относительно количества, потребного для этого гипса теоретически, можно указать только, что оно должно быть значительно больше, чем требуется его по расчету на содержание в почве поглощенного натрия; больше потому, что ни один катион почвенного раствора не поглощается почвою полностью даже при недостатке его в растворе для полного насыщения почвы; поглощается только часть, остальная же часть гипса, как такового, будет вымыта дренажными водами вместе с продуктом обмена, т. е. с сернокислым натрием. Необходимое количество гипса и способы его внесения должны быть выработаны практически для данных солонцов.

Солонцы Макиевского типа (т. е. содержащие много углекислого кальция) в отношении их коренной мелиорации находятся в лучших условиях, нежели безкарбонатные солонцы, именно потому, что они содержат уже соль кальция. Мы видели выше, что в таких солонцах коренная их мелиорация происходит уже естественно, но, к сожалению, вследствие малой раство-

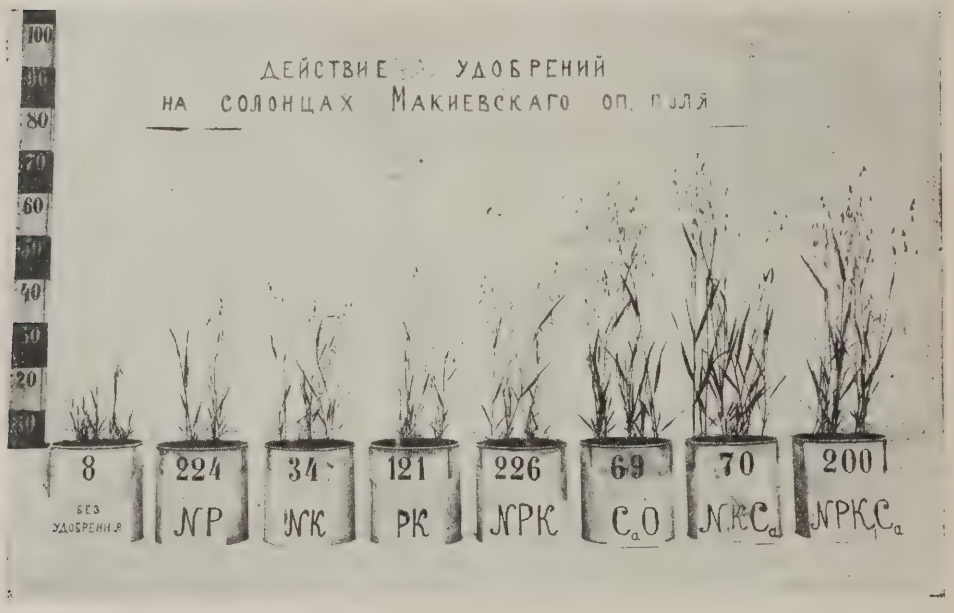


Рис. 3. В вегетационных сосудах известь на солонцы лучше действует, чем полное удобрение.

римости углекислого кальция, она протекает медленно, а при естественном ходе вещей, кроме того, не достает необходимого для удаления образующейся двууглекислой соды энергичного промывания почвы. Если усилить тем или другим путем растворимость углекислых солей кальция и магния почвы и увеличить количество воды в почве, то, как показывают наши лабораторные исследования, Макиевские солонцы (даже наиболее солонцеватые) можно быстро и полно рассолонцевать, при чем таким ускорением естественного процесса выигрывается не только время; оказывается, что вместе с этим значительно понижается то количество поглощающего почвенного комплекса (как органического, так и минерального), которое в этих солонцах при этом процессе разрушается и вымывается; в лабораторных условиях возможно даже полный процесс рассолонцевания произвести без уловимой имеющимися методами потери этого комплекса. Таким образом, содействуя естественно-протекающему рассолонцеванию карбонатных солонцов и со-

лонцеватых почв, мы выигрываем и в скорости перевода этих почв в культурное состояние и уменьшаем разрушение наиболее ценной части почвы.

Усилить растворимость углекислых солей кальция и магния в солонцах можно различными путями. Наиболее действительным средством будет поливка почвы разжиженными растворами какой-нибудь кислоты; самой подходящей является серная кислота; образующийся достаточно растворимый сернокислый кальций будет действовать так же, как если бы мы его вносили в сухом состоянии в виде гипса; но преимущества поливки серной кислотой в том, что тогда действие сернокислого кальция, как находящегося уже в растворе, быстрее и нет надобности в отдельной поливке; и в этом случае, конечно, поливка должна сопровождаться дренированием прошедших через почвенный слой вод.

Как известно, растворимость углесолей кальция и магния находится в прямой зависимости от содержания углекислоты в почвенном растворе; поэтому все, что повышает содержание углекислого газа в почве, ускоряет естественный процесс рассолонцевания Макиевских солонцов (если, конечно, образующаяся обменной реакцией двууглекислая сода удаляется с дренажными водами); для такой цели может служить, напр., усиленное внесение в почву легко разлагающихся органических веществ (навоза, торфа). В том же направлении ускорения естественного рассолонцевания должно действовать произрастание на солонцеватых почвах любой растительности, так как корни растений выделяют сравнительно много углекислоты; для этой цели нужно, конечно, выбирать растения хорошо развивающиеся на солонцеватых почвах, напр., донник и сахарная свекла. Необходимо при применении подобных мер помнить, что они могут способствовать коренной мелиорации солонцеватых почв только в том случае, если почва сильно увлажняется и хорошо дренируется.

Отметим, что внесение в солонцеватые почвы навоза (и других органических веществ) и без промывания почвы должно давать положительный эффект на урожаи в течение некоторого времени, так как чем больше в почве образуется углекислоты, тем меньше в ней можно ожидать нормальной соды (Na_2CO_3), которая в этих условиях переходит в двууглекислую соду ($NaHCO_3$), значительно менее вредную, нежели первая соль. Но такое положительное действие навоза без удаления образующегося двууглекислого натра будет лишь временным.

Каких-либо полевых данных в отношении улучшения Макиевских солонцеватых почв я привести не могу, так как опыты в этом направлении частью только теперь заложены, а частью закладываются в настоящее время.

Считаю необходимым здесь отметить, что темп нашего изучения Макиевских солонцеватых почв и солонцов я считаю несоответствующим практическому значению вопроса об улучшении этих почв; он слишком медлен, но не по вине Агрохимического Отдела Носовской Станции. Дело в том, что само Макиевское Оп. Поле до настоящего времени своей лаборатории не имеет; исследования производятся частью в лаборатории Носовской Станции, а, главным образом, в заведываемой мною лаборатории почвоведения Ленинградского Лесного Института; особых средств на это не отпускается: Агрохимическому Отделу приходится расходовать на эти исследования из своих скудных средств, а малочисленному научному персоналу Отдела Станции, кроме того, отвлекаться от своих непосредственных задач.

ГЛАВА IV.

Агрономические свойства Носовских черноземов.

Теперь мы перейдем к изложению общих выводов по изучению Агрохимическим Отделом Носовской С.-Х. Оп. Станции тех свойств Носовских черноземов, которые мы назвали агрономическими свойствами почвы. Под этим наименованием мы понимаем те свойства почвы, которые, являясь, конечно, производными основных свойств почвы, влияют непосредственно на урожайность почвы, и которые учитываются величиной урожая; к таким свойствам относятся питательные, водные, воздушные и санитарные свойства почвы. Совокупность основных свойств почвы и метеорологических факторов создают в данной почве известный питательный, водный, воздушный и санитарный режимы, могущие меняться в известных границах из года в год в связи с изменениями условий погоды, вида возделываемого растения и способа обработки почвы.

Само собой разумеется, что всякое изменение, происшедшее в почве, а в том числе и изменение в любом агрономическом свойстве ее так или иначе влияет на ее основные свойства; напр., повышение плодородия почвы азотом, вследствие создания земледельцем лучших условий нитрификации в своей почве, ведет к уменьшению количества гумуса и валового азота в почве; более высокое плодородие почвы фосфором ведет к более быстрому обеднению почвы валовым содержанием в ней этого элемента; итак, для каждого агрономического свойства существует тесная связь между изменением его интенсивности и изменением основных свойств почвы; но в то время, как напр., изменение в валовом содержании азота в почве, благодаря усилению нитрификации и большему его использованию урожаем в течение одного вегетационного периода, никакими существующими методами определения валового содержания азота в почве учтено не может быть (малая величина изменения, неизмеримо меньшая точность методов определения валового азота), усиление нитрификации тотчас же скажется на росте растений; растение является гораздо более чувствительным реактивом на изменение многих свойств почвы, чем существующие методы исследования ее основных химических и физических свойств; поэтому то мы и принуждены выделить те свойства почвы, которые непосредственно влияют на растение, изменение которых отражается на его росте и учитывается им в особую группу агрономических свойств. Одной из непосредственных и самых существенных задач агрономической химии является разработка таких лабораторных методов, которые давали бы возможность лабораторно учитывать интенсивность различных агрономических свойств почвы и лабораторно же изучать этими методами изменения их в почве, происходящие под влиянием изменений метеорологических условий и культурных приемов; в этом направлении положено много труда агрокультурхимиками и почвоведами и уже много сделано, но до конечной цели еще очень далеко.

В сущности говоря, все изменения в основных свойствах почвы являются следствием изменений агрономических свойств ее; последние, изменяясь из года в год на очень незначительные величины, не учитываемые нашими методами определения основных свойств почвы, в конце концов дают в сумме вполне определенные величины; процесс почвообразования, жизнь почвы и заключается в изменениях агрономических свойств почв; но мы, несмотря на это, думаем, что свойства эти вполне правильно пока называть, именно, агрономическими: во-первых, их обнаруживает растение; вопросы, связанные с любым из режимов почвы только потому и возникли и стали изучаться, что была обнаружена растением их изменяемость и влияние их на рост; во-вторых, это название исторически справедливо, так как несомненно главная заслуга в обнаружении и изучении этих свойств почвы принадлежит агрономам, что вполне естественно и вытекает из самого характера этих свойств.

Конечной целью Агрохимического Отдела является познание питательного, водного, воздушного и санитарного режимов в почвах района, влияния их на урожаи, зависимости от тех или других метеорологических условий данного года, а затем изыскание способов изменения этих режимов в желательном направлении. Как видим, задача очень большая и сложная, сложная настолько, что нет даже возможности набросать более или менее детальной программы [1]) исследования, так как каждый, даже небольшой шаг вперед, открывает новые пути и подходы к разрешению поставленных задач и ставит новые вопросы, часто принуждающие совершенно изменить намеченные планы исследования.

Приступая к изучению агрономических свойств почвы, (что наиболее правильно делать после исследования хотя бы главнейших основных свойств почв района), можно пойти двумя путями. Можно, составив детальную программу, приступить к систематическому их изучению; но этот путь требует большого научного персонала, хорошо оборудованного Отдела, а практические результаты могут получиться не скоро. Другой путь—заняться вплотную изучением в первую очередь только тех агрономических свойств, которые по данным полевых культур, повидимому, находятся в изучаемых почвах в первом минимуме, от которых в первую очередь зависит высота получаемых урожаев и без улучшения которых нельзя в достаточной степени поднять урожая.

Этим, именно, путем и пошел в своих работах Агрохимический Отдел Носовской Станции. В отношении солонцеватых почв было ясно, что свойствами, определяющими их урожайность, являются в первую очередь их неблагоприятные санитарные свойства (присутствие соды в почвенном растворе) и что их питательный, водный и воздушные режимы имеют здесь второстепенное значение; поэтому в отношении этих почв мы и занялись исследованием их солонцеватости, как первопричины всех их неблагоприятных особенностей, и способов ее уничтожения. То, что уже сделано в этом направлении Агрохимическим Отделом Носовской Станции в связи с развитой нами теорией образования солонцов и нашим учением о их коллоидально-химических и физических свойствах, дало возможность наметить рациональный план практического изучения методов улучшения Макиевских солонцеватых почв; это, так сказать, непосредственный практический вывод. Но, кроме того, попутно уже, изучение этих солонцов дает нам возможность поставить на очередь другой вопрос, сейчас еще чисто теоретического

---

[1]) Я имею ввиду здесь вполне обоснованную и осуществляемую программу, а не такую, которая ходом вещей меняется чуть-ли не непосредственно после приступления к ее действительному осуществлению.

характера, вопрос об особом генезисе почв Днепровского ледникового языка, о чем я говорил выше. Окончательное решение этого вопроса даст целый ряд интересных агрономических выводов.

Особенности Носовских почв по данным полевого опыта. В своих исследованиях агрономических свойств Носовских черноземов Агрохимический Отдел исходил из данных полевых опытов Станции. А полевые опыты показывали на сравнительно малое плодородие этих почв; при чем малый урожай обусловливается недостатком в почве удобоусвояемых соединений азота и фосфора. Оказывается, таким образом, что при сравнительно больших запасах в почве общего азота и общего фосфора, могущих хватить на большие урожаи в течение очень многих лет, запасы эти находятся в почве в таком состоянии, что и азот и фосфор малодоступны растениям, т. е. оказывается, что Носовские черноземы мало деятельны, что те процессы, благодаря которым недоступные растениям соединения азота и фосфора переходят в формы доступные, в этих почвах протекают сравнительно слабо. Относительно фосфора это явление довольно обычное для черноземов; причины его еще очень мало выяснены, и вопрос этот отличается своею сложностью; он только намечен Отделом для своей разработки; в первую же очередь Отдел заинтересовался вопросом о малой доступности растениям азотистых соединений Носовских черноземов, потому что это свойство отличает их от большинства других черноземов и исследование этого вопроса при современном состоянии оборудования лаборатории Отдела и при имеющихся технических силах давало больше надежды на успех.

Второй особенностью Носовских черноземов по данным полевых опытов является слабая отзывчивость их на азотистое и фосфорно-кислое удобрение. Опыты показывали, что несмотря на сильную потребность почвы и в азоте, и в фосфоре, урожаи на полях подымаются очень слабо при внесении азотистого удобрения (чилийская селитра) и фосфорно-кислого удобрения (томас шлак, суперфосфат), в отдельности и совместно; таким образом, по данным полевого опыта оказывается, что фосфаты, основное удобрение черноземных почв вообще, очень слабо действуют на Носовских черноземах не только в отсутствии азотистого удобрения, (что могло быть об'яснено очень просто, а, именно, недостатком в почве усвояемого азота, т. е. тем, что в этих почвах в первом минимуме находится азот, а потому для реагирования на фосфорнокислые удобрения почва требует азотистого удобрения), но и при внесении селитры. В виду особого значения этого факта, как исходного пункта для дальнейших исследований, Агрохимический Отдел заложил полевые опыты с удобрением на маленьких делянках по методу Тер-Степанова, позволяющих произвести учет опыта с гораздо большей точностью; эти опыты подтвердили данные полевого опыта, а, именно, они показали, что селитра почти не повышает урожая; максимальный эффект получается по 1 пуду азота на дес., а дальнейшее повышение количества вносимого азота (одного и по фосфорнокислому удобрению) не вызывает уже увеличения урожаев. Таким образом, можно считать установленным, что в Носовских почвах фосфорнокислые удобрения дают малый эффект, и что такое слабое действие фосфатов вызывается не недостатком усвояемого азота, а какой-то другой причиной, и, повидимому, той же особенностью этих почв, вследствие которой они мало отзываются и на азотистое удобрение и на совместное удобрение азотом и фосфором.

Точно установить этот факт важно было Агрохимическому Отделу и с другой стороны. Дело в том, что полевые опыты Станции показали, что включение в севооборот клевера (клевер в пару, севооборот с клеверным паром) делает почву, раньше слабо отзывчивую на фосфаты (севооборот с майским паром), значительно сильнее реагирующей на фосфаты; в севообо-

ротах с клеверным паром фосфаты заметно больше повышали урожаи и озимой ржи и овса, нежели в севооборотах с майским паром. Как известно, клевер, благодаря усвоению свободного азота, живущими на его корнях клубеньковыми бактериями, использует не только минеральный азот почвы, но и свободный азот почвенного воздуха; клевер поэтому не только не истощает почву азотом, но при известных условиях, может оставлять почву поля, более богатую азотом. Таким образом, пока не было твердо установлено, что фосфаты на Носовских почвах слабо повышают урожаи не только в отсутствии азотистого удобрения, но и по селитре, до тех пор указанное влияние культуры клевера на действие фосфатов можно было об'яснить обогащением почвы азотом, благодаря культуре клевера, и действие клевера на Носовских почвах сводить к действию его, как обычного бобового растения [1])

Против последнего об'яснения говорит, между прочим, и тот факт, что другие бобовые, с которыми велись подобные же опыты на Носовской Станции (вика, эспарцет), такого благоприятного действия на использование злаками фосфорнокислого удобрения не оказывали.

Итак, данные полевых опытов Станции поставили перед Агрохимическим Отделом выяснить ближайшие причины, почему Носовские черноземы:

1) обладают малой подвижностью почвенных азотистых соединений;

2) слабо реагируют на вносимое в них фосфорнокислое удобрение даже в том случае, когда совместно с фосфором почвы удобряются селитрой;

3) значительно лучше используют фосфаты после возделывания на них клевера.

В целях выяснения причин этих особенностей Носовских почв Агрохимический отдел произвел и продолжает производить исследование этих почв различными методами и в различных направлениях; почвы изучались вегетационным методом, методом водных культур (выращивание растений в водных вытяжках из почвы); изучался их питательный режим (периодическое исследование содержания в почвах аммиака и нитратов), водный режим (периодическое определение влажности почвы, водопроницаемость) и воздушный режим (капиллярная и некапиллярная влагоемкость).

Остановлюсь прежде всего на показаниях, полученных вегетационным методом.

Показания вегетационного метода. Вегетационные опыты подтвердили результаты полевых опытов в отношении плодородия почвы азотом: оказалось, что и в вегетационных сосудах Носовские черноземы обладают очень малым количеством доступного азота; таким образом и в условиях вегетационного метода процессы минерализации органического азота в этих почвах идут очень слабо; отметим, что в сосудах, не получивших никаких удобрений,

---

[1]) Обыкновенно считают вполне установленным, что бобовые растения, благодаря усвоению свободного азота, оставляют почву обогащенной азотом. На самом же деле это положение нельзя считать доказанным точными исследованиями. Недавно появилась работа **J. E. Greaves**, химика и бактериолога опытной станции штата Юта (Соед. Шт. Сев. Америки), в которой доказывается на основании данных Ротгамштедской оп. станции, оп. станции штата Иллинойс и оп. станции штата Юта, что бобовые, утилизируя атмосферный азот, используют одновременно и почвенный азот даже в случае почв, очень бедных азотом, а в результате тот азот, который они оставляют своими корневыми остатками, не покрывает всего количества азота, взятого из почвы; кроме того, по его данным, бобовые (люцерна) усиливают нитрификацию почвенного азота (т. е. способствует его расходованию); в конечном итоге в среднем из большего числа исследованных почв штата Юта оказалось, что многолетнее возделывание люцерны даже обедняет почву общим азотом, по сравнению с многолетней культурой пшеницы (см. **J. E. Greaves**. Does croprotation maintain the fertility of the soils? The scient. Monthly, May, 1918, стр. 458).

урожаи зерна овса, если их перечислить по площади на десятину, оказались даже ниже, чем на полях, между тем, как известно, обычно урожаи в сосудах по перечислению на десятину оказываются значительно выше, чем в полевой обстановке, и именно потому, что в сосудах всегда создаются более благоприятные условия для перехода питательных веществ почвы в усвояемое растениями состояние (лучшие условия влажности и проветривания), нежели в почве поля. Очевидно, в рассматриваемом здесь случае сыграла свою роль глубина почвы, используемой корнями овса: овес в сосудах мог пользоваться азотом лишь из слоя почвы глубиной в 20 стм., тогда как в поле он исполь-

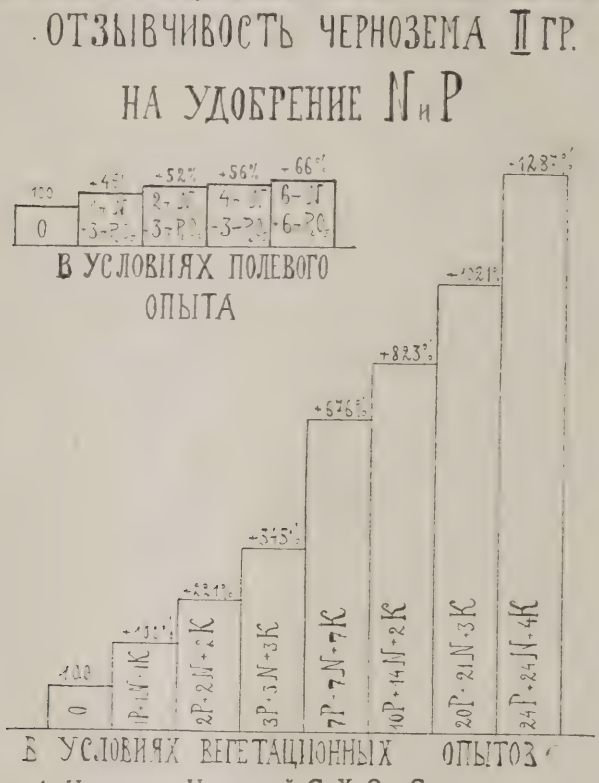


Рис. 4. На почвах Носовской С.-Х. Оп. Станции в поле— удобрение азотом и фосфором очень мало повышает урожаи, а в вегетационных сосудах удобрением можно увеличить урожай в 14 раз.

зует азот всего гумусового горизонта почвы, простирающегося в Носовских черноземах до метра и больше.

Но если в отношении органических азотистых соединений в Носовских черноземах вегетационные опыты показали согласно с полевыми на малую их подвижность, то в отношении отзывчивости этих почв на азотистые и фосфорно-кислые удобрения показания этих двух методов совершенно не сошлись. Мы видели, что в условиях полевой обстановки на почвах севооборотов без клевера и азотистые, и фосфорнокислые удобрения, и то, и другое совместно, подымают урожаи очень слабо, а на почвах севооборотов с клевером — фосфаты действуют значительно сильнее; в условиях же вегетационного опыта как на тех, так и на других почвах удобрения действовали очень сильно; полное удобрение повышало урожай зерна до 60 и более грамм на сосуд при урожае его без удобрения всего около 5 гр., причем почвы, бывшие и не бывшие под клевером, в этом отношении проявляли себя в общем одинаково (см. рис. 4).

Из сопоставления указанных фактов приходится сделать вывод, что те особенности Носовских почв, которые отмечаются полевыми опытами (слабое реагирование на удобрение и усиление этой реакции под влиянием культуры клевера), исчезают при выращивании растений в сосудах. Это указание явилось чрезвычайно существенным для дальнейшего хода выяснения причин, особых свойств Носовских почв, так как нам известно, чем в главном отличаются условия вегетационного опыта от условий полевого опыта; мы знаем, что в сосуде растения поставлены в лучшие условия влажности и проветривания почвы, нежели в полевой обстановке. Таким образом результаты вегетационного опыта позволили сделать такое заключение, что слабое реагирование Носовских черноземов на минеральные удобрения является результатом присущего им водного или воздушного режима; иными словами, вегетационный опыт показал нам, *что находящаяся в этих почвах несомненно в первом минимуме потребность в азоте и в фосфоре удовлетворяется в полевой обстановке уже очень небольшими количествами азотистого и фосфорно-кислого удобрения, давая при этом соответственно малое повышение урожая, а после этого в первом минимуме оказываются в этих почвах или водные свойства, или их воздушный режим, или то и другое вместе, и что, таким образом, причину слабой реакции Носовских почв на минеральные удобрения надо искать в особенностях их водного и воздушного режима.*

Показания лабораторных полевых делянок. Заложенные по этому вопросу Агрохимическим Отделом специальные полевые опыты на маленьких делянках (по способу Тер-Степанова) со своей стороны подтвердили это заключение и дали возможность, кроме того, еще ближе подойти к причинам явления. В этих опытах были заложены делянки с различной комбинацией удобрений с искусственной поливкой и без поливки; в результате оказалось *что поливка не повышает урожай,* т. е. в условиях полевого опыта после удовлетворения небольшой потребности почвы в азоте и фосфоре не недостаток воды является причиной дальнейшего нереагирования почвы на удобрение, не вода находится тогда в почве в первом минимуме.

Кроме делянок с поливкой, в этих опытах были заложены делянки с улучшенным воздушным режимом; так как опыт носил только предварительный ориентировочный характер, то, во избежание непроизводительного расхода очень скудных средств отдела, улучшение воздушного режима было сделано очень примитивно, а именно: на двух параллельных сторонах делянки буром делались 2 скважины на глубину до 50 стм., и в эти скважины вставлялись стеклянные трубки. Такие делянки с повышенным доступом воздуха в почву были поставлены с различной комбинацией удобрений, с поливкой и без поливки. И вот, несмотря на несомненно слабое улучшение аэрации почвы при таком примитивном устройстве, результат получился совершенно определенный: на делянках с трубками урожай всюду был *значительно выше, чем на делянках без трубок; в присутствии трубок и поливка производила положительный эффект.* Таким образом эти опыты определенно показали, что в Носовских почвах при *обычных в этой местности метеорологических условиях* (подчеркиваю это, как очень важное обстоятельство, на котором в дальнейшем остановлюсь подробнее) имеется очень неблагоприятный воздушный режим; почвы эти плохо проветриваются, и это обстоятельство и является основной причиной низких сравнительно урожаев на этих почвах и слабой реакции их при этом на минеральные удобрения, т. е. *в первом минимуме в этих почвах находится воздушный их режим;* нужно улучшить его, чтобы вызвать действие удобрения; внесенные в почву азотистые и фосфорнокислые удобрения будут оставаться в почве почти неиспользованными, если не повысить

аэрацию почвы, так как дальнейшее развитие растений останавливается вследствие плохой аэрации почвы, а не недостатка в питательных веществах.

Особые свойства подпахотного горизонта Носовских почв. Особенно неблагоприятным воздушным режимом должен обладать в Носовских почвах подпахотный горизонт, именно слой почвы примерно от 20 до 50 сантим. от поверхности почвы; вышележащий слой, конечно, находится в лучших условиях аэрации, потому что он ближе к атмосферному воздуху и разрыхляется обработкой почвы; нижележащие слои почвы, во-первых, имеют уже меньшее значение в жизни растений, а во-вторых, плохие условия аэрации в них должны отражаться менее вредно на жизни растений, нежели в подпахотном слое; дело в том, что одно из существенных неблагоприятных следствий плохой аэрации почвы то, что в этих условиях почвенные процессы имеют характер восстановительных, а не окислительных, протекающих при достаточном доступе воздуха. Очень многие недостаточно окисленные соединения (низкие степени окисления) оказываются ядовитыми для растений (напр., закисные соединения железа); особенно много разнообразных вредных веществ может образовываться в почве при разложении органических веществ в условиях недостатка кислорода. В слое Носовской почвы ниже 50 стм. обра-

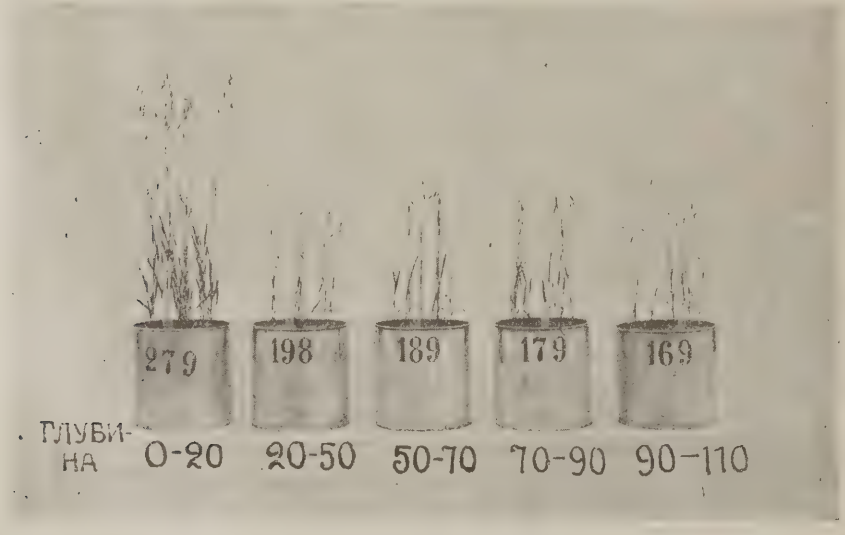


Рис. 5. В севооборотах с майским паром—в почвах оп. ст. подпахотные слои малоплодородны. Особенно неблагоприятен слой между 20—50 сантиметрами.

зование таких вредных растениям соединений ограничено малым содержанием в нем гумуса и отмирающих растительных остатков (малое содержание там корней), а кроме того, в этих нижних слоях содержатся уже углесоли кальция и магния, которые обладают способностью понижать ядовитость вредных растениям соединений.

Исследования непосредственно показывают, что именно слой Носовских почв, глубиной от поверхности в 20 стм. и примерно до 50 стм., обладает особенно неблагоприятными свойствами для роста растений (см. рис. 5). Так на это указывают вегетационные опыты с различными почвенными горизонтами Носовских почв: на этом слое урожаи и без удобрения и по различ-

ным комбинациям удобрений, а также по полному удобрению, получаются несколько ниже, нежели на других горизонтах; предполагать, что в сосудах почва этого горизонта находится в условиях плохого проветривания, конечно, нельзя: в вегетационных сосудах условия аэрации очень хорошие; приходится допустить, что при этих опытах в слое 20—50 стм. сохраняются еще те вредные продукты, которые образовывались в этом слое, когда он находился на своем месте в почве, и когда там была недостаточная аэрация; точнее сказать, что в сосудах с этим слоем было больше ядовитых веществ, чем в сосудах с другими слоями, так как мы, в сущности, не можем утверждать, что другие слои почвы их не содержат; опыт дает лишь сравнительные показания.

На существование в Носовских почвах каких-то вредных соединений указывают также опыты выращивания овса в водных вытяжках из различных горизонтов этих почв; вытяжки определенно задерживали развитие растений, и это задерживающее влияние понижалось предварительным кипячением вытяжки, что указывает на переход в водную вытяжку каких-то ядовитых веществ, разрушающихся кипячением (см. рис. 6).

Рис. 6. Водные вытяжки из верхних слоев почвы севооборота с майским паром (I) неблагоприятны для развития овса. После кипячения вытяжек развитие растений улучшается (II).

Влияние культуры клевера на воздушный режим Носовских почв.

Введение в севооборот клевера, как мы указывали выше, повышает использование почвами Носовской Станции минеральных удобрений. Раз такому использованию на почвах полей без клевера препятствовала пониженная аэрация, то отсюда мы должны сделать вывод, что *культура клевера улучшает воздушный режим Носовских почв.* Исследования, произведенные в этом направлении, действительно подтверждают это.

Подпахотный слой Носовских почв с полей клеверного севооборота. Укажу прежде всего, что вегетационные опыты на различных горизонтах почвы, бывшей под клевером, не дают каких-либо указаний на неблагоприятные особенности подпахотного слоя у этой почвы; те плохие качества этого слоя, которые определенно проявлялись на почве, не бывшей под клевером, исчезали после возделывания на ней клевера (см. рис. 7). То же показывают водные вытяжки: водные культуры на этих вытяжках из почвы, бывшей под клевером, не обнаружили вредных веществ.

Но, кроме этих косвенных указаний, Агрохимический Отдел получил

данные, непосредственно показывающие на улучшение воздушного режима Носовских почв культурой клевера.

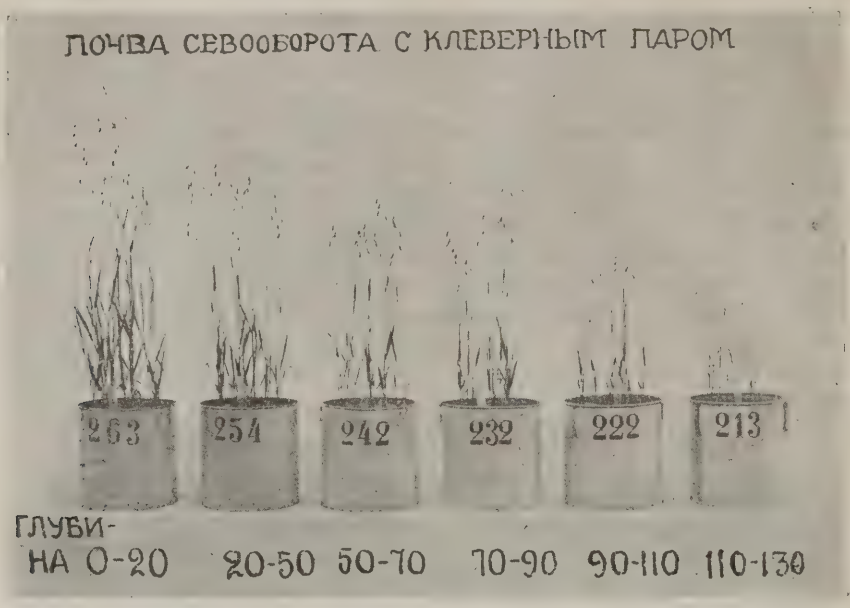


Рис. 7 В севооборотах с клеверным паром и нижние слои почвы Носовской С.-Х. Оп. Станции сравнительно более урожайные, чем в севооборотах с майским паром, а подпахотный слой 20—50 стм. мало отличается по урожайности от пахотного.

Капиллярная и некапиллярная порозность и водопроницаемость почв майского и клеверного севооборотов. В почве можно различать промежутки, или поры двоякого рода: узкие, малого диаметра—капиллярные поры и более широкие—некапиллярные пространства. Если колонку почвы высотою, напр., в 10 стм. опустить нижним концом в воду, то вода будет подыматься по капиллярным порам; насытив таким образом такую колонку водой, можно определить затем в ней высушиванием количество воды; зная об'ем взятой колонки почвы и количество капиллярной воды, заполняющей все капиллярные поры, будем знать процентное (об'емное) содержание в почве капиллярных пространств (капиллярная порозность почвы). С другой стороны, зная об'емный вес почвы и удельный ее вес, будем знать общее содержание в нашей почве (в об'емных процентах) всех пор, как капиллярных, так и более крупных, т. е. общую порозность. Разность между общей порозностью и капиллярной порозностью даст нам процент (об'емный) некапиллярных пор в почве, т. е. некапиллярную ее порозность.

Из самого определения понятия капиллярной порозности следует, что капиллярные поры могут быть при известных условиях влажности почвы сплошь заполнены водой; в таких случаях капиллярная порозность не может играть какой-либо роли в проветривании почвы. В почвах, обладающих только капиллярными порами в дождливые периоды, в периоды таяния снега, а если грунтовые воды стоят близко от поверхности, то в бездождные периоды, доступ воздуха в почву будет прекращен, почвенный воздух не будет проветриваться, а, значит, воздушный режим почвы будет неудовлетворителен. В таких почвах даже при сравнительно малой их влажности воздушный режим будет неблагоприятным для растительности, так как капилляры почвенных про-

странств не представляют из себя трубок одинакового диаметра на всем их протяжении, а в сужениях таких трубок попавшая туда вода может задерживаться очень долго и закупоривать собою такую трубку.

Иное имеет место в некапиллярных пространствах; вода, попадающая туда сверху, не будет удерживаться почвой, а будет легко уходить вниз; водою снизу они не могут заполниться, потому что диаметр их слишком велик. Поэтому проветривание почвы происходит по преимуществу по некапиллярным порам; чем больше их в почве, тем совершеннее будет происходить аэрация почвы, тем лучше будет воздушный режим почвы. А так как мерилом количества некапиллярных пространств в почве служит некапиллярная порозность почвы, то величина ее, определенная в естественном состоянии почвы, может служить мерилом степени проветриваемости почвы и будет указывать на состояние ее воздушного режима.

Определение некапиллярной порозности в Носовских почвах показало, что таковой в почвах севооборотов без клевера в сущности нет; получались величины, близкие к нулю; в почве же клеверного севооборота некапиллярная порозность оказалась заметно выше и выражалась уже вполне реальной величиной. Непосредственный вывод из этих определений тот, *что воздушный режим в Носовских почвах неудовлетворителен и что он улучшается после культуры клевера.*

Совершенно то же показывают данные определения водопроницаемости почв на полях Станции; на почвах клеверного севооборота она оказалась в два с лишним раза больше, чем в почвах майского севооборота; а так как большая водопроницаемость указывает на более крупную порозность, то вывод опять тот же: культура клевера улучшает воздушный режим Носовских почв.

Минерализация органического азота в почвах майского и клеверного севооборотов. Мы отмечали выше слабую подвижность органических соединений азота в Носовских почвах; превращение этих соединений азота в минеральные, в аммиак и нитраты, т. е. микробиологические процессы аммонизации и нитрификации в этих почвах идут очень слабо; в этом направлении в распоряжении Агрохимического Отдела имеется уже очень большой систематический цифровой материал; все результаты определенно показывают, что процессы минерализации азота задерживаются какими-то неблагоприятными факторами. На один такой неблагоприятный фактор мы уже указывали, когда говорили о вероятном происхождении Носовских почв из некогда бывших солонцеватых почв путем их рассолонцевания; при этом, как мы видели, должна была теряться вымыванием часть азотистых органических соединений почвы; поэтому Носовские почвы являются вообще обедненными легко минерализирующимися соединениями азота; это обстоятельство, конечно, отражается на количествах образующихся в почвах полей Станции аммиака и нитратов. Но это обстоятельство является лишь одной из причин слабого хода нитрификации в Носовских черноземах. Сам ход нитрификации, в зависимости от времени года, исчезновение нитратов под озимыми после первых же осенних дождей, очень малое содержание их под озимыми в апреле и мае, все это указывает, что во время высокой влажности почвы, когда особенно сказываются в этих почвах неблагоприятные условия воздушного режима, микроорганизмы почвы не могут минерализовывать и тот доступный им органический азот почвы, который имеется в этих почвах (а во влажные периоды года доступного органического азота в почве должно быть больше, чем в сухое время года); таким образом, можно определенно говорить, что слабая минерализация органического азота в Носовских почвах также указывает на неблагоприятный воздушный режим этих почв: процессы минерализации органических соединений азота, как процессы окислительные и со-

вершающиеся в почве под влиянием аэробных микроорганизмов, требуют для успешного протекания хорошего проветривания почвы.

Культура клевера и в отношении процессов нитрификации оказывает положительное действие на Носовские черноземы; как показывают исследования, процессы эти в почве после клевера более энергичны и более устойчивы; конечно, известную роль играют здесь те корни клевера, остающиеся в почве после его уборки и дающие легко доступный и хорошо распределенный в почве материал для минерализации азота; но этим одним об'яснить все влияние культуры клевера на ход нитрификации очень затруднительно; имеется ряд указаний на то, что при этом повышается нитрификация органического азота самой почвы, что опять таки подтверждает способность клевера улучшать воздушный режим Носовских черноземов.

Теперь нам надо перейти к выяснению ближайших причин неудовлетворительного воздушного режима в Носовских черноземах; в дальнейшем я постараюсь показать, какие основные свойства Носовской почвы и каким именно образом создают неблагоприятные условия их проветривания. Тогда станет понятным улучшающее влияние клевера и другие явления, наблюдаемые на этих почвах.

Причины неудовлетворительного воздушного режима в Носовских почвах.

Воздушный режим почвы находится в зависимости от многих условий: климата, высоты залегания грунтовых вод, рельефа и свойств почвы и материнской породы. Климат (атмосферные осадки и температура) может быть такой, что избыточное увлажнение почвы будет иметь место независимо от свойств почвы и материнской породы; значит, и плохой воздушный режим почвы не будет зависеть от ее свйоств; то же можно сказать и про такие факторы заболачивания, как рельеф, высота грунтовых вод и водонепроницаемость материнской породы; когда эти факторы будут резко выражены в направлении заболачиваемости, то свойства самой почвы будут играть ничтожную роль, и проветриваемость почвы будет мало зависеть от этих свойств. Иное дело для таких почв, как Носовские; степень увлажнения почвы здесь умеренная, грунтовые воды залегают достаточно низко и вызывать заболачивание не могут; отрицательные элементы рельефа (и микрорельефа) выражены слабо; материнская порода—легко суглинистый лесс, достаточно водопроницаем, особенно, если принять во внимание богатства его карбонатами щелочно-земельных металлов. Если в этих почвах может быть недостаточное проветривание, то это значит, что при существующих там метеорологических условиях свойства самой почвы таковы, при которых в течение всего вегетационного периода или же в некоторые части его происходит в той или другой степени закупорка почвенных пор водою и затрудненность в обмене газами почвы и атмосферы. Несомненно такие, именно, условия и имеются в Носовских почвах и вызываются они механическим составом этих почв.

Роль отдельных механических фракций в водном и воздушном режиме почвы. В отношении водного и воздушного режима можно различать три обширных механических фракций в мелкоземлистой части почвы (часть почвы, частицы которой мельче 1 мм.; частиц крупнее 1 мм., т. е. скелета, Носовские почвы не содержат):

1) фракция песка с частицами в диаметре до 0,01 мм.,

2) фракция пыли с частицами в диаметре от 0,01 мм. до 0,0001 мм. (или 0,1 микрона),

3) коллоидальная фракция с частицами в диаметре меньше 0,0001 мм. (или 0,1 микрона).

Фракция песка, благодаря крупизне своих частиц, обладает большой водопропускающей способностью; капиллярное поднятие воды у более мелкой части этой фракции быстрое и достаточно высокое; фракция неспособна давать аггрегаты своих частиц, она не образует структурных элементов, т. к. частицы такой крупизны не обладают клеющей, цементирующей способностью. Если бы Носовские почвы состояли только из этой фракции, то, несмотря на отсутствие у них тогда структурности, они не могли бы страдать от слабого проветривания; воздушный режим в этом случае был бы очень хороший. Но вместе с тем почвы страдали бы от засухи, так как способность накоплять и сохранять воду у таких почв была бы слабая; кроме того, они были бы бедны питательными элементами.

Фракция пыли также неспособна, вследствие сравнительной крупизны ее частичек и отсутствия поэтому у ней клеющей способности, давать аггрегаты частичек; она также безструктурна, как и фракция песка; но частицы ее, прилегая друг к другу, образуют, вследствие их малой величины, очень узкие капиллярные ходы; вследствие этого, водопроницаемость фракции пыли очень мала; почва, состоящая только из такой фракции, заплывала бы, заболачивалась бы после всякого более или менее обильного дождя; такая почва обладала бы очень плохим воздушным режимом. Что касается водоудерживающей и водонакопляющей способности, то она у такой почвы была бы выше, нежели у почвы, состоящей только из песчаной фракции. Богатство питательными элементами у этой почвы также было бы выше. Но как та, так и другая почвы отличались бы малой реакционной способностью, малой деятельностью и малой приспособляемостью к изменяющимся окружающим условиям.

Эти свойства появляются у почвы лишь благодаря присутствию в ней последней из указанных выше фракций, а именно коллоидальной фракции. Частички ее настолько мелки, способность набухать настолько велика, и сила, удерживающая воду при набухании, так громадна, что уже тонкий слой этой фракции, набухший водой, должен быть непреодолимым препятствием для продвижения воды, как сверху вниз, так и снизу вверх; самой собой разумеется, что если бы почва состояла только из этой коллоидальной фракции и если бы, к тому же, частицы этой фракции были бы в раздельном друг от друга состоянии, то такая почва обладала бы и водным и воздушным режимами, совершенно непригодными для возделывания растений. Но для того, чтобы почва обладала такими плохими физическими свойствами, нет даже надобности, чтобы она состояла целиком из свободных коллоидальных частиц; примеси их уже в несколько процентов к остальным фракциям достаточно, чтобы заметно ухудшить водные и воздушные свойства почвы. Выше мы подробно рассмотрели такой случай—это почвы солонцеватые и солонцы, в которых коллоидальная часть почвы (почвенный поглощающий комплекс) содержит поглощенный натрий; тогда, именно, коллоидальные частички почвы (в большем или меньшем количестве—в зависимости от того, какую часть его поглощенных катионов составляет натрий) будут находиться во влажной почве в свободном состоянии; их клеющая способность (которая у этой фракции выражена очень сильно) будет проявляться только в *сухом состоянии* и выражаться тогда в образовании очень прочной и очень крупной структуры. Если же в коллоидальной фракции поглощенного натрия нет (а такова эта часть в несолонцеватых Носовских черноземах), то клеющая ее способность проявляется прежде всего в образовании из отдельных коллоидальных частиц очень прочных, водоустойчивых микроскопических аггрегатов, т. е. в образовании микроструктуры. Таким образом коллоидальная фракция почвы, в

противоположность песчаной ее фракции и фракции пыли (фракций безструктурных), является структурной фракцией; присутствию ее почва обязана своей структурностью и от величины и свойств этой фракции (чем и в какой мере она насыщена) зависит величина и прочность структуры; остальные две фракции почвы играют в этом отношении подчиненную, пассивную роль.

Механический состав и обуславливаемая им структурность Носовских почв. Обратимся теперь к механическому составу Носовских почв. В них в среднем около 6 проц. фракции песка, около 90 проц. фракции пыли и только около 3 проц. коллоидальной фракции. Мы видим, что в этих почвах имеется громадное преобладание, именно, той фракции, которая создает в почве такие физические свойства, при которых воздушный режим может быть очень неблагоприятным. Песчаная фракция очень мала и не может поэтому в достаточной мере разбавить собою фракцию пыли и создать некапиллярные промежутки; коллоидальная фракция еще меньше и поэтому, хотя она и не содержит поглощенного натрия, в силу чего могла бы дать прочные микроструктурные элементы, которые в свою очередь склеили бы частички пыли в более крупные макроструктурные элементы, создав этим некапиллярные пространства, она не в состоянии в достаточной степени нейтрализовать вредное свойство фракции пыли в отношении воздушного режима—ее безструктурность. *Почвы Носовские, вследствие очень сильного преобладания в них неспособной к структурности фракции пыли и очень малого содержания в них коллоидальных веществ, должны быть почти безструктурными почвами.* И, действительно, почвенные разрезы показывают отсутствие на стенке разреза какой-либо структуры; стенка имеет сплошной, однородный, слитой вид. При таком характере сложения почва слагается почти целиком из отдельных, самостоятельных механических элементов пыли, среди массы которой *местами* вкраплены отдельные элементы песчаной фракции и микроструктурные элементы коллоидальной фракции; поэтому почти вся масса почвенных пор представлена капиллярами, а некапиллярной порозности практически не имеется. А отсюда, как мы видели выше, и вытекают особенности воздушного режима Носовских почв: во влажные периоды года (осенью и весной), а также после отдельных обильных дождей, выпавшая вода, проникая с поверхности в капиллярные пространства почвы, закупоривает их и прекращает воздушный обмен между почвой и атмосферой; дыхание корневой системы затрудняется, деятельность аэробных микроорганизмов (а в том числе и минерализаторов азота) ослабевает, и начинают развиваться анаэробные, восстановительные процессы с образованием ядовитых для растений, главным образом, повидимому, органических веществ. Эти явления должны происходить при этом во всей почвенной толще, но в пахотном горизонте они ослаблены близостью почвы к атмосферному воздуху и действием механической обработки этого слоя; в малогумусных и богатых углекислым кальцием слоях они также не могут так резко выражаться, вследствие меньшего потребления кислорода здесь микроорганизмами, количество которых в этих слоях значительно ниже, нежели в более поверхностных, и вследствие антитоксического влияния углесолей на ядовитость растениям восстановленных продуктов и свертывающего действия этих солей на мелкие почвенные частицы; вследствие этого свертывающего действия, карбонатные горизонты Носовских почв более богаты структурными отдельностями, нежели более верхние безкарбонатные горизонты, поэтому в них должно быть больше некапиллярных пространств, а, значит, и больший запас воздуха. Промежуточный же слой (подпахотный) между пахотным и карбонатным будет, очевидно, находиться в отношении воздушного режима и явлений, связанных с этим режимом, в наиболее неблагоприятном положении.

Кроме того, имеется в Носовских почвах еще одно обстоятельство, ухудшающее воздушный режим, именно, безкарбонатных, поверхностных слоев почвы. Имею в виду, так называемую, ненасыщенность почвы основаниями.

Явление ненасыщенности основаниями поглощающего комплекса в Носовских почвах. Ввиду того, что явление ненасыщенности почвы основаниями, как мы увидим ниже, играет некоторую агрономическую роль на почвах Носовской Станции, а несколько севернее Носовки, но в пределах еще Днепровского ледникового языка, роль эта очень существенна, я несколько остановлюсь на выяснении этого явления.

Когда почвы или верхние их горизонты процессами вымывания практически[1]) лишены простых солей (см. стр. 9), тогда почвенная влага начинает «разлагать» непростые соли почвы, т. е. ее силикаты, алюмосиликаты и гуматы. Процесс разложения в первой своей стадии состоит в том, что *свободный водородный* ион воды постепенно, очень медленно начинает вытеснять те основания, которые входят в непростые соли почвы; происходит реакция взаимного обмена между свободным водородным ионом воды и основаниями твердых солей почвы, т. е. то явление, которое носит название поглотительной способности почвы в тесном смысле слова, и о котором мы выше подробно говорили в отношении поглощения почвою из растворов катионов солей; теперь это явление мы обобщаем: почвою могут поглощаться с взаимным обменом не только основания солей, т. е. металлические катионы, но и свободный водородный катион воды. Последняя реакция отличается от реакции поглощения металлических катионов (напр., натрия хлористого натрия) лишь количественно: в то время, как натрия иона в почвенном растворе может быть много (напр., в солончаках), в зависимости от степени засоления почвы, а иона кальция в почвах, содержащих углекислый кальций, до 0.5 гр. на литр почвенного раствора, в чистой воде свободного водородного иона имеется всего одна десятимиллионная грамма; в воде, содержащей углекислоту, свободного водородного иона будет больше, но во всяком случае значительно меньше, чем, например, иона кальция в воде, насыщенной двууглекислым кальцием.

Особенности процесса вытеснения водородным ионом оснований из гуматов, силикатов и алюмосиликатов почвы таковы:

1) Процесс этот совершается между свободным водородным ионом почвенного раствора и твердыми частичками означенных выше соединений; поэтому в заметной степени он может совершаться только в коллоидально-распыленной части почвы, т. е. в почвенном поглощающем комплексе.

2) Свободного водородного иона в почвенной влаге ничтожные количества; поэтому вступлению водородного иона в поглощающий почвенный комплекс на место находящихся там поглощенных оснований препятствует (по закону действия масс) уже самая небольшая засоленность почвы растворимыми солями и содержание в почве углесолей кальция и магния; если мы допустим, что водородный ион почвенной влаги при этих условиях вступит в поглощающий почвенный комплекс, то он оттуда тотчас-же должен быть вытеснен катионами солей, находящихся в почвенном растворе.

3) Поглощающий почвенный комплекс, содержащий поглощенный водород, значительно менее устойчив в отношении действия воды, нежели тот-же

---

[1]) Во избежание недоразумения должен сделать пояснение. Всякая почва, покуда она остается почвой, т. е. на ней может произрастать растительность, содержит простые соли, иначе она была бы бесплодной; но содержание этих солей (и концентрация их в почвенном растворе) может быть чрезвычайно низкой; такую почву мы и называем практически лишенной простых солей.

комплекс, содержащий только поглощенные кальций и магний; он становится значительно более доступным действию почвенных вод, потому что замена поглощенного кальция в нем водородом понижает его клеющую способность; во влажном состоянии его микроструктурные элементы распыляются до свободных коллоидальных частиц, поверхность воздействия на него воды увеличивается, а вместе с этим увеличивается и результат такого действия, т. е., разложение и растворение. Поэтому в черноземах, в которых совершается вступление водородного иона в их поглощающий комплекс, происходит его разрушение с вымыванием из почвы получающихся продуктов; чернозем постепенно обедняется гумусом и коллоидально раздробленной алюмосиликатной частью,—чернозем, как говорится, деградируется.

Носовские черноземы находятся теперь в переходной стадии между почвами, в поглощающий комплекс которых водородный ион *не может вступать*, так как концентрация катионов солей в их почвенных растворах слишком еще высока, и почвами, где эта концентрация во всем почвенном разрезе уже настолько низка, что вхождение водородного иона в поглощающий комплекс совершается, и ион этот является постоянной составчой частью поглощенных катионов поглощающего комплекса. *Носовские черноземы представляют, таким образом, переход от почв, насыщенных основаниями (т. е. не содержащих поглощенного водорода), к почвам, ненасыщенным основаниями (т. е. содержащим поглощенный водород).*

Такое промежуточное положение Носовских черноземов обуславливается тем, что верхние их горизонты (примерно толща от 0 до 60 стм.) уже очень сильно обеднены простыми солями и легкорастворимыми и труднорастворимыми, они подготовлены, так сказать, к переходу в ненасыщенное состояние; в них самих нет ничего, чтобы могло воспрепятствовать этому процессу. Но дело в том, что нижние почвенные горизонты (от 60 стм. и ниже) содержат углесоли кальция и магния, растворы которых при высыхании почвы подымаются капиллярно в верхние горизонты и препятствуют образованию ненасыщенности; такое влияние углесолей Носовских почв на верхние горизонты этих почв может иметь место лишь в те периоды, когда движение почвенной влаги совершается снизу вверх; в периоды же, когда это движение идет в обратном направлении, сверху вниз, когда почва промывается атмосферными осадками (дождливые периоды, период таяния снега), тогда ненасыщенность появляется в верхних горизонтах Носовских ченоземов; но так как сменяющие эти периоды засушливые времена года уничтожают образующуюся ненасыщенность, то последняя не может накопляться в почве. *Поэтому верхние горизонты Носовских черноземов периодически бывают то насыщенными основаниями (сухое время года), то ненасыщенными основаниями (влажное время года), при чем степень ненасыщенности (количество поглощенного водорода) выражается очень малой величиной.*

В то время, когда Носовские почвы содержат поглощенный водород, их поглощающий комплекс усиленно разлагается и вымывается водою, и часть его (величина ее зависит от количества поглощенного водорода) находится в почве не в виде аггрегатов, а в виде отдельных, несклеенных между собою коллоидальных частиц. Как указывалось, ненасыщенное состояние совпадает с периодами сильного увлажнения почвы, т. е. как раз с теми периодами, когда в Носовских почвах создаются условия плохого проветривания; ненасыщенность, способствуя распылению аггрегатов поглощающего комплекса, очевидно, еще дальше ухудшает аэрацию почвы: свободные коллоидальные частицы почвы, попадая в капиллярные поры, еще больше суживают их диаметр; для значительного эффекта в этом направлении нет вовсе надобности, чтобы свободных коллоидальных частиц было много в

почве, так как достаточно уменьшения диаметра капиллярного хода в одном каком-либо месте, вследствие застревания там нескольких коллоидальных частичек, чтобы значительно замедлить его водопропускающую способность.

Улучшение агрономических свойств Носовских почв. Все вышеизложенное заставляет нас притти к тому заключению, что и *малая урожайность и слабое реагирование Носовских черноземов на удобрения вызывается в первую очередь их неблагоприятным для деятельности почвы и аэробных микроорганизмов и для роста растений воздушным режимом, который в свою очередь является результатом их бесструктурности и частичной ненасыщенности их поглощающего комплекса основаниями в критические в отношении этого режима периоды жизни почвы.*

Все культурные приемы, улучшающие воздушный режим этих почв, должны повышать их урожайность и отзывчивость на удобрение. Улучшение же воздушного режима при данных метеорологических условиях может быть достигнуто приемами, создающими структуру в этих почвах. С этой точки зрения понятно лучшее действие на этих почвах навоза, нежели минеральных удобрений: бесструктурность в Носовских почвах является следствием, главным образом, относительной бедности их коллоидальными веществами; навоз увеличивает их количество в почве; кроме того, вместе с ним вносятся в почву труборазробленные вещества; таким образом, он улучшает воздушный режим. Но, само собой понятно, что улучшение это не может быть достаточно резким, так как при 2.400 пуд. на десятину вносится всего около 800 пуд. сухого вещества, т. е. количество органических веществ в слое почвы в 20 стм. при этом повышается на 0,3—0,4%, а количество коллоидально-раздробленного вещества повышается при этом не более чем на 0,1% от веса почвы; поэтому на Носовских почвах навоз действует, хотя и сильнее, нежели минеральные удобрения, но в общем все таки слабо; полному его действию препятствует недостаточно улучшенный им воздушный режим.

Влияние культуры клевера на структурность Носовских почв. Теперь мы можем перейти к дальнейшему выяснению вопроса о влиянии культуры клевера на агрономические свойства Носовских почв. Оставляя в стороне влияние этого растения, как бобового, на азотистый баланс почвы, мы остановимся только на том его действии, вследствие которого последующие культуры злаков оказываются в состоянии лучше использовать минеральные удобрения. Из предыдущего мы видели, что минеральные удобрения слабо действуют на этих почвах потому, что, использовав небольшие их количества, растения наталкиваются на новый первый минимум—воздушный режим почвы, без устранения которого дальнейшая утилизация питательных веществ почвы для растений невозможна. Отсюда мы должны сделать вывод, что, если последнее заключение правильно, то повышение культурой клевера использования минеральных удобрений должны быть следствием благоприятного влияния клевера на структуру Носовских почв, так как, именно, структурные особенности этих почв, как мы видели, и создают в них неподходящий для растений воздушный режим. И, действительно, вся совокупность исследований Агрохимического Отдела Носовских почв подтверждает, что *клевер обладает способностью улучшать структурность Носовских почв.*

Уже непосредственное рассмотрение почвенного разреза подтверждает это. Мы указывали, что в разрезе влажные Носовские почвы не показывают структуры, стенка разреза представляется слитой, смазанной; это справедливо только в отношении почв, не занятых клевером; стенка-же почвенного разреза на клеверном поле не слитая, а рыхлая, состоящая и распадающаяся на отдельные комочки. Это же подтверждают вышеприведенные данные

некапиллярной порозности и водопроницаемости клеверных почв; появление в этих почвах некапиллярных пространств, и отсутствие их в почвах неклеверных, и значительное усиление водопроницаемости почвы культурой клевера — может быть об'яснено только созданием клевером структурности у ранее бывшей безструктурной почвы.

Влияние культуры клевера на водный режим Носовских почв. Следующим доказательством влияния клевера на структурность Носовских почв служит изменение клевером водного режима у этих почв. Систематическое изучение по горизонтам из года в год влажности на различных полях Носовской станции выяснило следующее. Клеверный пар во время роста клевера по сравнению с майским паром оказывается иссушенным на большую глубину, что вполне понятно, так как клевер берет из почвы большие количества воды; но со времени уборки клевера влажность почвы начинает быстро повышаться и уже ко времени посева озими она сравнивается с влажностью майского пара; а затем получается картина, обратная первоначальной: влажность почвы под озимыми по клеверному пару становится выше, чем под озимыми по майскому пару, и это соотношение сказывается в севооборотах с клевером двугодичного пользования даже под вторым после клевера растением—под овсом. Если мы примем во внимание, что в клеверных севооборотах урожаи ржи и овса на Носовских почвах заметно выше, чем в севооборотах с майским паром, а, значит, и количество воды, используемое из почвы растениями клеверного севооборота выше, чем майского севооборота, то совершенно будет ясно, что культура клевера влияет как-то на способность почвы накоплять влагу. Для выяснения этого явления проанализируем детальнее, отчего может зависеть способность почвы накоплять воду.

Единственным источником накопляющейся в почве влаги являются атмосферные осадки и талые воды; очевидно, что ни на количество того, ни на количество другого культура клевера влиять не может. Часть выпадающих осадков и часть талых вод испаряется с поверхности почвы, не попадая в почву, и часть эта очень значительная; остальная часть просачивается в почву, и она-то является той водой, которая образует запас воды в почве; эта вода расходуется растениями и испаряется почвою, вследствие капиллярного поднятия ее к поверхности почвы. Для сельского хозяина та часть атмосферных осадков, которая испаряется, не попав еще в почву, и та часть почвенной влаги, которая испаряется самой почвой, представляет бесполезную воду. Та же вода, которая имеется в почве и которая испаряется растением, представляет для него полезную воду. При данных метеорологических условиях в различных почвах количество полезной воды будет различно; каждая почва, в зависимости от ее *основных* свойств, при одних и тех же метеорологических условиях и при одной и той же механической обработке будет иметь определенное, ей присущее количество полезной воды. Очевидно, что запасы полезной воды в почве, ее способность утилизировать атмосферные осадки, способность накоплять воду, будет тем больше, чем, во-первых, быстрее почва впитывает в себя выпадающие атмосферные осадки и талые воды, уменьшая этим потерю этих вод испарением, т. е. тем больше, чем водопроницаемее почва, и чем, во-вторых, меньше почва теряет испарением уже впитавшейся в нее воды, т. е. чем меньше испаряющая способность почвы. Обе эти способности почвы зависят от механического состава почвы и ее структурности. Такие почвы, как Носовские, с обилием фракции пыли, с очень малым содержанием фракции песка и ничтожным количеством коллоидальных частиц, часть которых притом во влажном периоде, во время ненасыщенности почвы основаниями, находится в свободном состоянии, не обладая структурностью, очень трудно прони-

цаемы для воды; выпавшие осадки и талые воды, очень медленно просачиваясь в почву через имеющиеся там только очень узкие капиллярные ходы, успевают в большей своей части испариться. Если бы по той или другой причине эти почвы стали структурными, т. е. если бы отдельные почвенные частички образовали в них комки той или другой величины, то между структурными отдельностями появились бы более широкие, некапиллярные ходы, и водопроницаемость почвы тотчас бы увеличилась, а вместе с этим уменьшилась бы та часть атмосферных осадков и талых вод, которая пропадает для земледельца, испаряясь, не попадая еще в почву; значит, увеличилась бы способность почвы утилизировать атмосферные воды, увеличились бы запасы воды в почве. Такой случай как раз мы имеем на полях Носовской станции с клеверными севооборотами. *Культура клевера вызывает на Носовских почвах структурность почвы и тем повышает ее способность утилизировать дождевую и талую воду.*

И вторая величина, от которой зависят количества воды в почве,— испаряющая способность почвы, находится в тесной связи с структурностью почвы. В почвах бесструктурных с капиллярными только ходами, каковыми являются Носовские почвы, почвенная влага подымается по этим капиллярам к поверхности и испаряется в атмосферу. Если же почва состоит из структурных элементов, комочков той или другой величины, то между комочками мы будем иметь некапиллярные пространства, по которым, если вода и будет подыматься, то сравнительно на значительно меньшую высоту, нежели по капиллярам; поэтому потеря воды испарением этими ходами может совершаться из поверхностного слоя почвы меньшей толщины, нежели при капиллярных промежутках; капиллярное же сообщение между отдельными комочками будет в этом случае прервано; оно может иметь место в небольших областях непосредственного соприкосновения комочков между собой. Таким образом, культура клевера на Носовских почвах, создавая в них структурность, тем самым уменьшает потерю воды через испарение почвою, т. е. и в этом отношении делает Носовские почвы более способными утилизировать, накоплять в себе атмосферные воды.

Интересно отметить, что другое бобовое растение—вика не оказывает того влияния на Носовские почвы, какое констатируется при культуре клевера; в севооборотах с парами, занятыми вико-овсяной смесью, все исследованные свойства почвы остаются примерно такими же, как и в севооборотах с майским паром; особого влияния вики на структурность почвы незаметно, а вместе с тем, не обнаруживается и влияние этого растения на накопление в почве влаги и на использование дальнейшими культурами минеральных удобрений. Из всех исследованных до сих пор растений подобное действие обнаружено только при культуре клевера. Отсюда было бы, конечно, совершенно неправильно делать вывод, что рожь, овес, ячмень, вика и т. д. не влияют на почву и, между прочим, на ее структуру, а, значит, и на ее водный и воздушный режимы; наоборот, можно с достоверностью утверждать, что каждое растение оказывает такое влияние, но, во-первых, направление и интенсивность этого влияния у различных растений не может быть одинаковой; во-вторых, степень его выраженности находится в тесной зависимости от основных свойств самой почвы и от метеорологических условий места; все эти обстоятельства на почвах Носовских сложились так, что здесь заметно влияет, именно, клевер.

Мы указывали выше, что воздушный режим Носовских почв неудовлетворителен не только вследствие отсутствия в этих почвах макроструктурности, но и потому, что в наиболее критические моменты жизни почвы в отношении ее проветриваемости (влажные периоды года) часть ее небольшого, поглощающего комплекса бывает ненасыщенной основаниями, а по-

тому микроструктурные элементы этого комплекса легко разбиваются водою и во влажной почве находятся поэтому в распыленном состоянии. Исследования Агрохимического Отдела показывают, что клевер и в этом направлении влияет благоприятно на Носовские почвы: количество коллоидальных свободных частиц почвы после культуры клевера заметно понижается.

Причины влияния клевера на структурность Носовских почв. Почему же и каким образом культура клевера создает в Носовских почвах макроструктуру и способствует прочности ее микроструктуры? На эти вопросы мы можем пока ответить лишь одними предположениями и догадками. Конечно, дело в особенностях корневой системы клевера. Это растение обладает очень сильно развитой и разветвленной, глубоко идущей корневой системой. Возможно, что действие этой системы, создающее структурность, чисто механическое: корни клевера ,сильно разростаясь в почве и занимая поэтому значительный об'ем, раздвигают почвенные частички в местах своего прохождения и, производя давление, уплотняют почву; там, где корневая система представляет целую сеть корневых сплетений, там между этими сплетениями получаются очень плотные комочки, а в местах прохождения корней и корешков, после их сгнивания, получаются просторные ходы, создающие некапиллярную порозность. Возможно далее, что корни клевера дают особенно обильные корневые выделения, обладающие, быть может, свертывающей способностью. Может быть, разлагающиеся корневые остатки дают органические соединения, обладающие клеющей способностью. Возможно, наконец, что клевер влияет сильным иссушением почвы во время своего роста; клевер выкачивает из почвы воду, иссушая при этом и некоторую часть карбонатных слоев; вследствие этого идет усиленный ток воды по капиллярам из карбонатных горизонтов в верхние почвенные безкарбонатные горизонты; эта вода насыщена двууглекислым кальцием, благодаря обилию углекислоты, выделяемой мощной корневой системой клевера; двууглекислый же кальций является сильным свертывателем и почвенных коллоидов и более крупных почвенных суспензий; кроме того, поднявшийся в обильном количестве в верхние горизонты двууглекислый кальций и выпарившийся здесь при испарении почвенной влаги уничтожает ненасыщенность почвы во время роста клевера и препятствует ее образованию в течение некоторого времени и под следующими за клевером культурами; этим действием клевера надо об'яснить то явление, о котором говорилось выше: почва из-под клевера, при воздействии на нее воды, дает меньше свободных коллоидальных частичек, нежели почва, на которой клевер не возделывался; аггрегаты коллоидальных частичек в почве после клевера приобретают большую прочность ,вследствие насыщения почвенного поглощающего комплекса кальцием и свертывающего действия двууглекислого кальция.

ГЛАВА V.

Зависимость агрономических свойств почв от климата и погоды.

Подводя общий итог результатам изучения агрономических свойств Носовских черноземов, можно сказать, что существенной в сльско-хозяйственном отношении чертой этих почв является их слабая деятельность. Богатство их главными питательными веществами (азотом и лосэором) незелико, но низкое плодородие их не соответствует и этому богатству; вследствие малой деятельности почвы, запасы питательных элементов остаются в малодоступном для растений состоянии; урожайность этих почв поэтому низка несоответственно их богатству. Низка и их производительность, под которой я понимаю ту максимальную величину урожаев, какую можно получить на почве при внесении в нее удобрений; особенно низка эта производительность при применении минеральных удобрений; несмотря на сильную потребность в удобрениях (на что указывает низкая урожайность почвы, т. е. величина урожаев на неудобренных почвах), почвы эти очень слабо реагируют на них; недостаточно сильно реагируют они и на навоз.

Причины обоих этих свойств, т. е. и малой урожайности, и малой производительности, в Носовских почвах оказывается одна и та же, а именно плохое их проветривание. Воздушный режим в общем за весь период вегетации находится в этих почвах близко к первому минимуму, а в мокрые периоды года несомненно даже в первом минимуме, а потому при обычных для района метеорологических условиях почвы слабо реагируют на минеральные удобрения и, повидимому, не будут отзываться и на искусственное орошение [1]). Плохое же проветривание этих почв, как мы видели, тесно связано с их механическим составом, определяющим в почве общую сумму пор (т. е. порозность почвы) и их характер (т. е. соотношение между капиллярной и некапиллярной порозностью).

Но агрономические свойства почвы зависят не только от свойств самой почвы, от тех свойств ее, которые мы назвали основными свойствами почвы (элементарный валовой состав почвы, состав и свойства соединений, составляющих почву, механический состав почвы); всякое агрономическое свойство почвы есть производное из этих основных свойств почвы и метеорологических и топографических условий места залегания почвы; поэтому одна и та же почва при различных метеорологических условиях будет обладать различными агрономическими свойствами. Так, напр , плодородие почвы зависит от метеорологических условий года.

---

[1]) На основании всей совокупности наших сведений о свойствах Носовских почв можно думать, что искусственное орошение в некоторые периоды вегетации, ухудшая еще дальше воздушный режим почвы, будет только понижать урожаи; но весьма вероятно, что в течение вегетации и на полях Носовской Станции имеются и такие периоды, когда применение искусственного орошения даст положительный эффект. Выявление таких периодов, когда искусственное повышение влажности почвы будет полезно, может быть сделано, конечно, лишь соответствующими опытами.

Особенно тесно связан с метеорологическими условиями воздушный режим почвы, так как количество воздуха в порах почвы равно ее порозности, минус количество воды в почве, а количество воды в данной почве определяется метеорологическими условиями; но не только количество воздуха в почве находится в связи с ее влажностью, от нее же зависит и способность почвы обменивать свой воздух с воздухом атмосферы, т. е. зависит и состав почвенного воздуха; а эти две величины, количество и состав воздуха в почве, и составляют то, что носит название воздушного режима почвы. Поэтому почвы одного и того-же механического состава, но лежащие в местностях с различным климатом, будут обладать неодинаковым воздушным режимом (так-же, как и неодинаковым водным режимом); в одной местности этот режим будет благоприятным для растительности, в другой-же—растительность может сильно страдать от недостатка кислорода в почве. Почвы, по механическому составу, сходные с Носовскими почвами, обладая неблагоприятным воздушным режимом в местностях с обычными для района Носовской Станции метеорологическими условиями, в климате более засушливом, с иным распределением атмосферных осадков в течение года, не будут страдать от воздушного режима, а будут нуждаться, наоборот, в воде. Далее, ввиду самой тесной связи между воздушным режимом почвы и состоянием ее влажности в течение вегетационного периода и ввиду непостоянства из года в год условий погоды, степень неблагоприятности воздушного режима почв данной местности, например, района Носовской Станции, не может быть чем-то постоянным; она, несомненно, будет изменяться из года в год; воздушный режим будет то более благоприятным, то менее благоприятным; в общем, для среднего количества атмосферных осадков, среднего распределения их и средней температуры этот режим в Носовских почвах, как мы указывали, неблагоприятен, но могут быть и такие исключительные по метеорологическим условиям годы, когда и в этих почвах воздушный режим окажется вполне благоприятным, а в минимуме резко выразятся питательные вещества, и почва будет сильно реагировать на удобрения, если, конечно, при этом в первом минимуме не окажется влажность.

Ясно, что в годы с удовлетворительным воздушным режимом того влияния культуры клевера на действие минеральных удобрений, какое имеет место на полях Носовской Станции при обычных метеорологических условиях для этой местности, не обнаружится; оно может выразиться или слабее, или вовсе не сказаться; а возможно представить себе и такое сочетание климатических факторов, когда влияние это будет даже отрицательным, вследствие иссушающего действия клевера на почву во время его произрастания. Само собою разумеется, что выявить все эти соотношения возможно будет лишь многолетней работой Станции и при непременном условии расширения и углубления исследования химических, физических и биологических свойств почвы и изучения воздушного и водного режима в тесной связи с метеорологическими наблюдениями.

Ленинград. Сентябрь 1925 г.

THE LIBRARY OF THE
AUG 1928
UNIVERSITY OF ILLINOIS

II. По химической лаборатории.

Вып. 11. Лабораторные исследования 1916, 1917 г.г. Т. Ф. Сухенко с предисловием С. П. Кулжинского.

Вып. 28. О причинах слабого действия минеральных удобрений и навоза на почвах Носовской с.-х. опытной станции. А. П. Душечкин.

Вып. 29. К вопросу о причинах лучшего использования растениями фосфорно-кислых удобрений на полях Носов. с.-х. оп. станции. Проф. К. К. Гедройц.

Вып. 36. Отчет агрохимич. отд. за 1922—1923. Под общей редакцией проф. К. К. Гедройц.

Вып. 38. Почвенный поглощающий комплекс. Проф. К. К. Гедройц.

Вып. 40. К вопросу о естественно-историческом районе Носовской сел.-хоз. опытной станции.

Печатаются:

Ф. Н. Германов и В. Г. Тирановская — Краткий отчет за 1924 год. Вып.

Проф. **К. К. Гедройц** — Почва как культурная среда для сел.-хоз. растений.

Проф. **К. К. Гедройц** — Влияние кальция на подвижность почвенных соединений.

Готовятся к печати:

1. Проф. **К. К. Гедройц** — О солонцах (монография).
2. Проф. **К. К. Гедройц** — Осолодение почв Приднепровской низины.

III. По коллективным опытам.

Вып. 1. Отчет по коллективным опытам с томасшлаком, люпином и навозом под озимую рожь 1910—1911 г. Год 1-й. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 2. Отчет по коллективным опытам. Результаты внесения в 1913 г. искусственных удобрений под люпин. С. П. Кулжинский. Издание разошлось.

Вып. 3. Отчет по коллективным опытам. Люпиновое и минеральное удобрение. С. П. Кулжинский.

О. Люпине. Популярная брошюра с 10 ориг. рис. по данным коллективных опытов С. П. Кулжинский. 2-е издание разошлось.

Люпин на зеленое удобрение. Плакат в красках размером в 118×33 кв. с. С 10 ориг. рис. Составил по данным коллективных опытов С. П. Кулжинский. 2-е издание разошлось.

IV. По отделу применения.

Вып. 21. Сельско-хозяйственные Союзы Молодежи Н. Д. Костецкий.

V. По экономическому отделу.

Вып. 19. Хозяйства Середняка юга Черниговщины. Н. И. Костров.

Вып. 22. Программа работ ближайшего времени по экономическому отделу Н. И. Костров.

Вып. 30. Районы Черниговщины Н. И. Костров.

Вып. 34. Работа на коровах. С. П. Кулжинский.

VI. По отделу садоводства и огородничества.

Вып. 23. Огородничество в Нежинском уезде. Н. Д. Костецкий.

Вып. 24. Садоводство в Нежинском уезде Н. Д. Костецкий.

VII. По отделу животноводства.

Вып. 25. Крупная белая Носовской с.-х. опытной станции А. Р. Редькин.

Вып. 35. Улучшайте простых свиней белыми английскими и организуйте случные товарищества. Б. Н. Верито.

Плакаты: 1) Разводите свиней. (На русском и украинском языке). А. П. Редькин. 2) Улучшайте свиней. (На русском и украинском языке). А. П. Редькин.

3 0112 043217972

VIII. По естественно-историческому обследованию.

Вып. 31. Естеств.-истор. районы Черниговщины. Сост. Кондаков. Рукопись.
Вып. 32. Почвенный покров Носов. оп. поля Ф. П. Саваренский.
Вып. 33. Почвенная карта Черниговщины. В красках в 10 верстном масштабе. Составили: Шрат, Родзиевский, Кондаков по данным почвенной экспедиции в Черниговщине. Дюмо. Рукопись.

НОСОВСКАЯ СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ НАХОДИТСЯ В 20-ти ВЕРСТАХ ОТ ГОР. НЕЖИНА И ВБЛИЗИ М. М. НОСОВКИ И ВОЛОДЬКОВОЙ ДЕВИЦЫ.

ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ УСТРОЕНА для того, чтобы найти способы, которыми можно повысить урожай сельско-хозяйственных растений—черноземной и суглинистой полосы быв. Черниговской губ.

Почва опытной станции—легкий чернозем. Такие почвы в Черниговщине распространены в уездах Конотопском, Борзенском, Нежинском, Козелецком и друг.

Опытная станция открыта для посещения всех интересующихся сельским хозяйством.

Наиболее удобное время для осмотра опытного поля станции—конец мая и июнь месяц.

Посетители, проезжающие по жел. дороге, могут сходить с поезда на «Платформе 100-ая верста», эта платформа находится между ст. «Носовка» и «Нежин». На платформе останавливаются почтовые и пассажирские поезда, кроме скорых и ускоренных. Об остановке поезда необходимо заявить кондуктору на ближайшей станции—или ст. «Носовка» или ст. «Нежин».

В составе Носовской с.-х. опытной станции в настоящее время—работают:

I отд. Полеводство.
II отд. Агрохимический:
Лаборатория;
Вегетационный домик;
Полевой участок.
III отд. Животноводства (крупные белые английские свиньи).
IV отд. Применения:
С.-х. музеи;
Питомник плодовых деревьев;
Репродукция через т-ва семеноводства семян многолетних трав и сортовых хлебов.

Опытная станция бесплатно отвечает на вопросы по сельскому хозяйству — по полеводству, огородничеству, садоводству и животноводству.

Адрес для писем:

М. Носовка, Нежин. округа, Груза ст. Носовка, М.-К.-В. ж. д.

Телеграмм: Носовка. Опытная станция.

Жителям Черниговской губернии, интересующимся работами опытной станции, издания опытной станции высылаются бесплатно; необходимо только о желании получить то или другое издание написать: м. Носовка, Черниг. губ.

Цена 1 рубль.